



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**

Instituto de Ciências Biológicas

Instituto de Física

Instituto de Química

Faculdade UnB Planaltina

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS  
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS**

**AVALIAÇÃO DO USO DE MODELOS QUALITATIVOS COMO  
INSTRUMENTO DIDÁTICO NO ENSINO DE CIÊNCIAS PARA  
ESTUDANTES SURDOS E OUVINTES**

**MÔNICA MARIA PEREIRA RESENDE**

Brasília – DF

Julho

2010



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**

Instituto de Ciências Biológicas

Instituto de Física

Instituto de Química

Faculdade UnB Planaltina

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS**

**MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS**

**AVALIAÇÃO DO USO DE MODELOS QUALITATIVOS COMO  
INSTRUMENTO DIDÁTICO NO ENSINO DE CIÊNCIAS PARA  
ESTUDANTES SURDOS E OUVINTES**

**MÔNICA MARIA PEREIRA RESENDE**

**Dissertação sob a orientação do Prof. Dr. Paulo Sérgio Bretas de Almeida Salles e apresentada à banca examinadora como requisito parcial a obtenção do Título de Mestre em Ensino de Ciências – Área de Concentração “Ensino de Biologia”, pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Universidade de Brasília.**

Brasília – DF

Julho  
2010

## FOLHA DE APROVAÇÃO

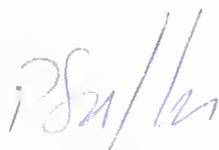
MÔNICA MARIA PEREIRA RESENDE

### “AVALIAÇÃO DO USO DE MODELOS QUALITATIVOS COMO INSTRUMENTO DIDÁTICO NO ENSINO DE CIÊNCIAS A ESTUDANTES SURDOS E OUVINTES”

Dissertação apresentada à banca examinadora como requisito parcial à obtenção do Título de Mestre em Ensino de Ciências – Área de Concentração “Ensino de Biologia”, pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Universidade de Brasília.

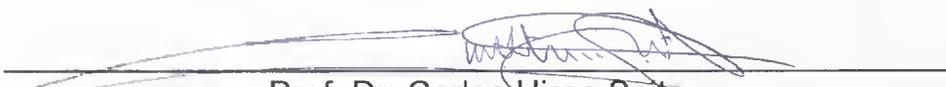
Aprovada em 23 de julho de 2010.

#### BANCA EXAMINADORA



---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Paulo Sérgio Bretas de Almeida Salles  
(Presidente)



---

Prof. Dr. Carlos Hiroo Saito  
(Membro interno não vinculado ao Programa – ECL/IB/UnB)



---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Maria Rita Avanzi  
(Membro interno vinculado ao Programa – NECBio/IB/UnB)

Dedico este trabalho a meu esposo, Anselmo, a meus filhos, Lucas e Matheus, e a minha mãe, Antonieta. Tudo o que faço resulta da importância que vocês têm em minha vida.

## AGRADECIMENTOS

Durante o percurso dessa pesquisa, muitos cruzaram o meu caminho e todos deram um pouco de seu tempo e conhecimentos valiosíssimos, que contribuíram para a realização desta. Nesse sentido, não posso deixar de agradecer:

Em primeiro lugar, a Deus, que, com Sua sabedoria e bondade, iluminou e delimitou os meus caminhos, conduzindo-me às escolhas certas.

Ao meu esposo, Anselmo, que pacientemente se manteve ao meu lado, apoiando-me nas horas mais difíceis e ajudando-me com observações pontuais ao meu trabalho. Sem o seu amor e incentivo não teria conseguido alcançar o meu objetivo.

Aos meus filhos, Lucas e Matheus, que, apesar do ciúme demonstrado quando me encontravam novamente diante do computador, não se eximiam de me cobrir de beijos e abraços carinhosos, essenciais para revigorar as minhas forças.

Ao meu orientador, professor Paulo Salles, incansável na busca por novos conhecimentos e desafios. Com sua sabedoria, soube orientar-me com propriedade, apontando-me a direção certa para o êxito deste trabalho. Obrigada, também, pela oportunidade de conhecer Bert Bredeweg, pesquisador da Universidade de Amsterdam, forte referência em minha pesquisa.

Às professoras Maria Rita e Heloísa Salles pela participação na minha banca de qualificação, na qual externaram observações acuradas sobre o meu trabalho, direcionando-me para o que apresento hoje como resultado. É uma honra tê-las novamente em minha Banca Examinadora.

À amiga Sandra Patrícia, co-responsável pelo meu ingresso neste curso de mestrado. Seu dinamismo contagiante nos estimula a desafiar os nossos limites e provar que somos capazes de muito mais. Sou grata, também, pelo seu pronto atendimento bibliográfico.

À amiga Gisele Morisson, meu braço direito nesta jornada, pela parceria no desenvolvimento da metodologia com os alunos surdos e ouvintes do CED06, pelo auxílio na formatação das minhas referências e observações quanto ao meu trabalho. Não fosse seu apoio e incentivo, a caminhada teria sido árdua.

Ao Centro Educacional 06 de Taguatinga, especialmente, aos professores regentes, Mirelle, Flávia, Rodrigo e Hanilton que colaboraram gentilmente cedendo espaço em suas aulas para a coleta de dados juntos aos alunos ouvintes; aos professores intérpretes, Kênia, Kézia, Vânia, Eliã, Sandra Maria e Rosângela, que direta ou indiretamente colaboraram para que acontecessem as aulas com o grupo controle dos surdos; aos professores do atendimento educacional especializado (AEE), Sirlene, Roberto, Keila e Sandra Cardoso, que dividiram espaço com o desenvolvimento do projeto com os surdos; às professoras do projeto português como segunda língua, Hellen e Juliana, que compreenderam a dificuldade em relação ao fator 'tempo', e cederam algumas de suas preciosas aulas para que concluísse a coleta de dados. Sem a colaboração de todos não seria possível a realização desta pesquisa.

À professora Alessandra Mariz, por intermediar o desenvolvimento do projeto aos alunos surdos do Centro de Ensino Médio 02 de Ceilândia, dando-me todo o suporte necessário. Como também pela sua amizade, confortando-me em momentos em que as coisas não caminhavam muito bem.

Às professoras, Ziza, Rosângela e Maria Eunice, por colaborarem gentilmente na organização do grupo controle de surdos do Centro de Ensino Médio Elefante Branco de Brasília, bem como por aplicarem o questionário diagnóstico a estes alunos.

Aos professores que participaram do curso 'Modelos qualitativos: uma nova maneira de ensinar ciências a alunos surdos e ouvintes', pelos momentos agradáveis que tivemos e pelas respostas ao questionário de avaliação, que contribuíram enormemente para o desenvolvimento deste trabalho.

Ao Pedro De Podestá, pela ajuda inestimável concernente às análises estatísticas aplicadas aos dados coletados nesta pesquisa e, por responder prontamente às minhas dúvidas.

À Isabella Gontijo pelas palavras de incentivo e encorajamento, e também, por me enviar o material relacionado ao projeto DynaLearn.

Ao Gustavo Figueiredo por me apresentar o novo *software* em uma aula compacta, porém proveitosa e, por registrar os momentos da avaliação do projeto com as alunas surdas.

À Lilian Pires, doutoranda em linguística da UnB, que com sua experiência na área de surdez, aceitou o desafio em analisar comparativamente as redações dos alunos surdos.

Aos colegas de curso, professores, coordenadores, e à prestativa secretária, Carolina, da Pós-Graduação em Ensino de Ciências, pela agradável convivência e aprendizado que tivemos juntos.

À Secretaria de Estado de Educação do Distrito Federal pela concessão do meu afastamento, possibilitando-me a dedicação exclusiva a esta pesquisa.

Aos Projetos "Português como segunda língua na educação científica de surdos" (PROESP/CAPES/MEC, processo nº. 1553/2003) e "DynaLearn" (FUB/Comissão das Comunidades Europeias processo nº 231526), pelo apoio em diversas atividades realizadas durante o desenvolvimento deste trabalho de pesquisa.

Aos estudantes surdos e ouvintes que se propuseram a colaborar com essa pesquisa, pelo interesse, dedicação e riqueza de seus depoimentos.

Aos meus familiares e amigos, especialmente minha mãe, minha sogra e meu sogro, pela presença constante nos diferentes momentos vividos neste período, e pela torcida para que eu conseguisse atingir meus objetivos. Muito obrigada a todos!

## RESUMO

Esta dissertação visa avaliar os efeitos de modelos qualitativos, utilizados como material didático, sobre o desenvolvimento de habilidades linguísticas e a aprendizagem de conceitos científicos por alunos surdos e ouvintes de ensino médio. Para que os modelos qualitativos possam ser introduzidos em sala de aula que inclua alunos surdos, alguns pressupostos devem ser observados: (a) a educação deve ser bilíngue, na qual o processo de ensino-aprendizagem deve preferencialmente ocorrer em sua primeira língua, a Língua de Sinais Brasileira (LSB), e na Língua Portuguesa, na modalidade escrita, como segunda língua; (b) deve haver uma terminologia sobre conceitos científicos em LSB; (c) os materiais didáticos devem ser apropriados às necessidades específicas dos alunos surdos, que possuem mecanismos compensatórios para o déficit auditivo, seguindo uma pedagogia visual. O potencial da utilização de modelos qualitativos para a aprendizagem de conceitos científicos já havia sido demonstrado em trabalhos anteriores, porém havia necessidade de avaliações e análises mais aprofundadas, tais como as descritas nesta dissertação. Três atividades de avaliação foram desenvolvidas: (1) um estudo experimental que, a partir do desenvolvimento de um projeto com duas turmas de 30 alunos surdos e duas com 30 alunos ouvintes cada, resultou na coleta de dados de testes objetivos de conhecimentos e textos escritos, posteriormente analisados por meio de instrumentos estatísticos; (2) estudos descritivos que incluíram a análise de questionários respondidos por estudantes surdos e ouvintes e um curso ministrado a 26 professores da área de ensino de ciências da Secretaria de Estado de Educação do Distrito Federal (SEE/DF), no qual se apresentou material didático baseado em raciocínio qualitativo, como suporte para o ensino de ciências, aplicado pelos professores junto a seus próprios alunos; e (3) um curso para que quatro alunos surdos pudessem analisar e reconstruir modelos simplificados e construir seus próprios modelos qualitativos em um novo *software* (DynaLearn), ainda em fase de desenvolvimento. A partir dos resultados obtidos, conclui-se que modelos qualitativos contribuem significativamente para a aquisição de conceitos científicos por estudantes surdos e ouvintes e para o desenvolvimento de raciocínio inferencial em alunos surdos, demonstrado em textos escritos em língua portuguesa. Além disso, os modelos qualitativos foram bem recebidos por professores, que, depois de testá-los com seus alunos, confirmaram o grande potencial para uso em sala de aula e ofereceram a esta pesquisa relevantes observações e comentários. As estudantes que trabalharam com DynaLearn tiveram sucesso no trato com a ferramenta e em representar seus conhecimentos em modelos simples. Trabalho em andamento visa tornar modelos e modelagem qualitativa acessíveis a alunos surdos e ouvintes e a professores do ensino médio, com o objetivo de, efetivamente, tornar-se ferramenta para dar apoio à aquisição de conceitos científicos e desenvolvimento do raciocínio e de competências linguísticas.

Palavras-chave: surdos, modelos qualitativos, material didático, biologia, ensino de ciências

## ABSTRACT

The work present here describes the evaluation of qualitative reasoning (QR) models as a tool for the acquisition of scientific concepts, the improvement of linguistic skills by deaf and hearing students. In order to bring qualitative models into classrooms that include deaf students, some conditions have to be met: (a) the education of the deaf should be bilingual, the Brazilian Sign Language (LIBRAS) being the first and (written) Portuguese the second language; (b) in the absence of scientific vocabulary in LIBRAS, it has to be created; (c) given the aural impairment, which is cognitively compensated through an over-developed visual ability, a visually oriented pedagogy is needed. The potential of QR models for learning scientific concepts was already apparent in previous experiences with deaf and hearing students. However, they need to be further validated by evaluation studies, like the one described in this dissertation. Three evaluation activities were carried on: (1) an experimental study based on the development of a project with 60 deaf students divided in control and treatment groups, and 60 hearing students also divided in control and treatment groups, from which numerical data from objective tests and written texts were collected and further submitted to statistical analyses to test the hypothesis that the use of qualitative models improves learning of concepts; (2) descriptive studies that included questionnaires answered by deaf and hearing students, and a course for 26 fundamental and secondary school teachers working in science education, during which QR models were presented as a tool for supporting science education, and that were further applied by the teachers to their own students; and (3) a course for four deaf students to explore, re-build models created by experts and build their own qualitative models in DynaLearn, a software under development. The results have shown that QR models and related didactic materials significantly contribute to the acquisition of scientific concepts for both deaf and hearing students, and for the development of inferential reasoning in deaf students, shown in written texts. The QR models and didactic materials, including the model developed by the author of this dissertation, were well evaluated by the teachers, who confirmed the potential of QR models to be used in the classroom after their experience using the material with their own students, and provide the researchers with relevant observations and comments. The students working with DynaLearn were successful in using the software and building their own models. Ongoing work aims at creating mechanisms that will make QR models and modelling accessible for deaf and hearing students and for science education teachers as a tool to be used in the classroom to support the acquisition of scientific concepts, and the development of inferential reasoning and of linguistic skills.

Keywords: deaf, qualitative models, didactic material, biology, science teaching

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 -	Entidades do sistema 'Bloom de algas'.....	64
Quadro 1 -	Entidade e configuração do modelo 'Bloom de algas'.....	64
Quadro 2 -	Quantidades e respectivos Espaços Quantitativos (Bloom de algas).....	64
Figura 2 -	Biblioteca de Fragmentos de Modelo (Bloom de algas).....	65
Figura 3 -	Fragmento de modelo Fm02 Processo de crescimento das algas....	65
Figura 4 -	Fragmento de modelo Fm04 Algas influem na população de peixes.....	66
Figura 5 -	Cenário 05b – 'população de algas cresce e veneno corresponde a biomassa e peixes corresponde a veneno'.....	67
Figura 6 -	Estado inicial do Cenário 05b (Bloom de algas).....	68
Figura 7 -	Grafo de estados obtido na simulação com o Cenário 05b (Bloom de algas).....	68
Figura 8 -	Modelo causal obtido no estado 1 da simulação que se inicia a partir do Cenário 05b do modelo 'Bloom de algas'.....	68
Figura 9 -	Modelo causal da simulação do cenário 3 do modelo 'Aquecimento Global e Combustível'.....	71
Quadro 3 -	Respostas dos alunos surdos ao questionário de avaliação (n= 30).....	87
Quadro 4 -	Respostas dos alunos ouvintes ao questionário de avaliação (n= 30).....	92
Quadro 5-	Respostas dos professores ao questionário de avaliação (n= 22).....	99

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Média e desvio padrão do pré-teste e pós-teste aplicados aos grupos experimental e controle de alunos surdos.....	80
Tabela 2 – Resultados dos testes estatísticos aplicados às amostras dos grupos experimental (n= 30) e controle (n=30) de alunos surdos sobre o tema 'Bloom de algas.....	81
Tabela 3 – Resultados das análises comparativas dos textos escritos por alunos surdos dos grupos experimental (n=26) e controle (n=26) sobre o tema 'Bloom de algas.....	83
Tabela 4 – Média e desvio padrão do pré-teste e pós-teste aplicados aos grupos experimental e controle de alunos ouvintes.....	85
Tabela 5 – Resultados dos testes estatísticos aplicados às amostras dos grupos experimental (n=30) e controle (n=30) de alunos ouvintes sobre o tema 'Aquecimento Global e Combustível'.....	85

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AEE	Atendimento Educacional Especializado
Cen	Cenário
CED06	Centro Educacional 06 - Taguatinga
CEM02	Centro de Ensino Médio 02 - Ceilândia
CEMEB	Centro de Ensino Médio Elefante Branco de Brasília
CTS	Ciência, Tecnologia e Sociedade
EQ	Espaço Quantitativo
Fm	Fragmento de modelo
IA	Inteligência Artificial
LP	Língua Portuguesa
LSB	Língua de Sinais Brasileira
OC	Ouvinte Controle
OE	Ouvinte Experimental
RQ	Raciocínio Qualitativo
SC	Surdo Controle
SE	Surdo Experimental
SEE/DF	Secretaria de Estado de Educação do Distrito Federal

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>14</b>
<b>1 O ENSINO DE CIÊNCIAS NO CONTEXTO DA EDUCAÇÃO DE SURDOS.....</b>	<b>19</b>
<b>1.1 Educação bilíngue de surdos .....</b>	<b>21</b>
<b>1.2 A linguagem no processo de formação dos conceitos .....</b>	<b>27</b>
<b>1.3 A função do professor na construção do conhecimento científico..</b>	<b>30</b>
<b>1.4 O conteúdo significativo, estratégias de ensino e material didático .....</b>	<b>33</b>
<b>1.5 A modalidade visual na aprendizagem dos surdos .....</b>	<b>37</b>
<b>2 UMA NOVA ABORDAGEM PEDAGÓGICA PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS A ESTUDANTES SURDOS .....</b>	<b>41</b>
<b>2.1 O Raciocínio Qualitativo .....</b>	<b>41</b>
<b>2.2 Modelos qualitativos aplicados à educação científica de surdos .....</b>	<b>45</b>
<b>2.3 Estudos anteriores relacionados ao Raciocínio Qualitativo .....</b>	<b>46</b>
<b>3 METODOLOGIA .....</b>	<b>50</b>
<b>3.1 Coleta de dados do estudo experimental .....</b>	<b>52</b>
3.1.1 <u>Surdo experimental (SE)</u> .....	59
3.1.2 <u>Ouvinte Experimental (OE)</u> .....	69
3.1.3 <u>Surdo Controle (SC)</u> .....	72
3.1.4 <u>Ouvinte Controle (OC)</u> .....	73
<b>3.2 Um curso para professores de Ensino de Ciências .....</b>	<b>74</b>
3.2.1 <u>Objetivos</u> .....	75
3.2.2 <u>Participantes</u> .....	75
3.2.3 <u>Planejamento</u> .....	76
<b>3.3 Apresentação do projeto ‘DynaLearn’ aos alunos surdos .....</b>	<b>78</b>
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>80</b>
<b>4.1 Resultados dos testes aplicados aos alunos surdos .....</b>	<b>80</b>
<b>4.2 Comparações dos textos escritos pelos alunos surdos dos grupos experimental e controle .....</b>	<b>83</b>

<b>4.3 Resultados dos testes aplicados aos alunos ouvintes .....</b>	<b>85</b>
<b>4.4 Análise das respostas ao questionário aplicado ao grupo</b>	
<b>‘Surdo Experimental (SE)’ .....</b>	<b>87</b>
<b>4.5 Análise das respostas ao questionário aplicado ao grupo</b>	
<b>‘Ouvinte Experimental (OE)’ .....</b>	<b>92</b>
<b>4.6 Comparação entre as percepções de alunos surdos e</b>	
<b>ouvintes quanto aos modelos qualitativos na educação .....</b>	<b>97</b>
<b>4.7 Análise das respostas ao questionário aplicado aos professores....</b>	<b>98</b>
<b>4.8 Avaliação do projeto ‘DynaLearn’ pelos estudantes surdos .....</b>	<b>115</b>
<b>5 CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS .....</b>	<b>117</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>123</b>
<b>APÊNDICE A – Pré-teste aplicado aos grupos experimental e controle de</b>	
<b>estudantes surdos .....</b>	<b>131</b>
<b>APÊNDICE B – Pós-teste aplicado aos grupos experimental e controle de</b>	
<b>estudantes surdos .....</b>	<b>133</b>
<b>APÊNDICE C – Questionário de avaliação do projeto aplicado aos alunos</b>	
<b>surdos e ouvintes dos grupos experimentais .....</b>	<b>135</b>
<b>APÊNDICE D – Pré-teste aplicado aos grupos experimental e controle de</b>	
<b>estudantes ouvintes .....</b>	<b>136</b>
<b>APÊNDICE E – Pós-teste aplicado aos grupos experimental e controle de</b>	
<b>estudantes ouvintes .....</b>	<b>138</b>
<b>APÊNDICE F – Proposta de roteiro para aplicação do DVD em sala de aula ..</b>	<b>140</b>
<b>APÊNDICE G – Questionário de avaliação da aplicação do material didático</b>	
<b>aos estudantes surdos e ouvintes .....</b>	<b>142</b>
<b>APÊNDICE H – Questionários de avaliação do projeto ‘DynaLearn’ pelos</b>	
<b>alunos surdos .....</b>	<b>145</b>
<b>APÊNDICE I – Proposta de projeto a ser desenvolvido em parceria com o</b>	
<b>Centro de Capacitação de Profissionais e Apoio a Pessoas com Surdez</b>	
<b>(CAS) e a Escola de Aperfeiçoamento dos Profissionais da Educação (EAPE)</b>	
<b>da SEE/DF .....</b>	<b>148</b>
<b>APÊNDICE J – Proposta de projeto interdisciplinar de educação científica</b>	
<b>com metodologia baseada em modelos qualitativos a ser desenvolvido em</b>	
<b>parceria com as escolas que atendem alunos surdos e ouvintes do ensino</b>	
<b>médio da SEE/DF .....</b>	<b>156</b>

## INTRODUÇÃO

Atualmente, as pesquisas da área de educação do Brasil têm se focado em análises de problemáticas localizadas, nas quais, segundo André (2001), tem-se valorizado mais as questões em que se analisa a experiência do próprio pesquisador, que muitas vezes é realizada com a colaboração dos participantes. Nesse sentido, na qualidade de professora-pesquisadora, esse trabalho se desenvolve em um contexto bastante específico, baseado nos pressupostos necessários ao ensino de ciências a estudantes surdos.

A política educacional atual é vista como uma proposta de “educação para todos” independentemente das diferenças. Entretanto, educação para todos, não pode ser entendida como a mesma educação para todos os alunos, sem respeitar as especificidades de cada grupo. Sendo assim, a escola, enfrenta, hoje, a tarefa de viabilizar os direitos educacionais dos surdos, de forma a contemplar seu desenvolvimento integral. Neste contexto, é importante refletir sobre os requisitos para a inclusão dos surdos no sistema educacional, principalmente em relação à aquisição de conceitos científicos, compreensão de sistemas complexos e desenvolvimento de competências relacionadas ao raciocínio inferencial e qualitativo.

Para os surdos, as dificuldades encontradas por qualquer estudante em sala de aula somam-se a outras, de caráter específico, como as características da língua de sinais (FARIA, 2001, 2003; FERNANDES, 2003; QUADROS e KARNOPP, 2004). Devido à sua especificidade linguística, a escolarização desse grupo torna-se um processo bastante complexo, pois existem diversos fatores que dificultam o pleno acesso ao conhecimento. O primeiro deles é o acesso à informação que se dá por meio da língua de sinais. Os surdos recebem a informação linguística pela visão em uma modalidade espaço-visual, diferentemente da modalidade oral-auditiva utilizada pelos ouvintes. Geralmente, no ambiente educacional o professor regente não domina a Língua de Sinais Brasileira (LSB), nem mesmo os colegas de sala, necessitando da presença de um intérprete educacional para fazer a tradução/interpretação de suas aulas dadas em língua portuguesa, nesse processo os surdos perdem grande quantidade de informações.

Outro fator determinante no processo de aquisição dos conceitos pelos surdos é a carência de terminologia conceitual especializada em LSB, na área de ciências (MARINHO, 2007). Sendo assim, a ausência de um sinal específico para expressar um conceito pode inviabilizar todo o processo de compreensão do aluno. Essa inexistência de um vocabulário comum impossibilita ao professor saber se os conceitos foram adequadamente adquiridos. Estudos recentes têm investido na construção de um glossário com terminologia específica de uma área de ensino (FELTRINI, 2009), porém ainda é muito pouco diante da diversidade de conceitos que existem.

O aprendizado do aluno surdo também é prejudicado pela falta de materiais didáticos adequados para o seu ensino. (NOGUEIRA *et al.*, 2005; GAUCHE e FELTRINI, 2007). A maioria dos materiais existentes prioriza a língua portuguesa oral e escrita, com textos de difícil compreensão para o aluno surdo, o que dificulta ao surdo ler e compreender algo em uma língua que ele não domina. A comunidade surda requer especial atenção no uso de recursos visuais a serem aplicados no seu processo de ensino-aprendizagem.

O fato dos conhecimentos desenvolvidos nas escolas serem trabalhados em língua portuguesa como primeira língua gera um ambiente inapropriado à forma particular de processamento cognitivo e linguístico do surdo (QUADROS, 1997). O trabalho pedagógico fica inviabilizado, pois não considera sua língua, seus conceitos cotidianos, capazes de atribuir significação correspondente à do conceito científico em seu processo de apropriação (MACHADO, 2008).

Para reverter esse quadro, deve-se propiciar ao surdo uma educação bilíngue, na qual o processo de ensino e aprendizagem deve ocorrer em sua primeira língua (LSB) e a língua portuguesa, na modalidade escrita, com uma metodologia de ensino de segunda língua. Nesse sentido, é preciso investir em metodologias específicas e propostas mediadoras que percebam as necessidades do aluno surdo, viabilizando materiais didáticos apropriados e situações nas quais poderiam ser utilizados de forma a atingir uma aprendizagem significativa dos conceitos científicos além de, aprimorar o ensino de português como segunda língua (FERNÁNDEZ, 1990).

Uma abordagem pedagógica capaz de satisfazer as necessidades educacionais de estudantes surdos são os modelos qualitativos. Construídos a partir de técnicas oriundas de uma área da Inteligência Artificial (IA) conhecida por

Raciocínio Qualitativo (RQ), que visa o desenvolvimento de *software* capaz de realizar raciocínio automatizado a partir de conhecimentos incompletos sobre sistemas físicos (BREDEWEG e FORBUS, 2003). No âmbito da educação de surdos, dois trabalhos foram desenvolvidos (SALLES *et al.*, 2004 e 2005) e demonstraram que os modelos qualitativos têm potencial para se tornar uma ferramenta didática importante na aquisição de conceitos, pois, tiveram efeito positivo no aprendizado de conceitos em ciências e biologia, no desenvolvimento de raciocínio inferencial, na obtenção de previsões e explicações sobre o comportamento de um sistema a partir de um modelo que apresenta relações de causalidade. Cita-se, também, o trabalho de Feltrini (2009), que produziu como resultado um material didático bilíngue adequado para a formação de conceitos, compreensão de sistemas complexos e para o desenvolvimento do raciocínio lógico de estudantes surdos.

Observa-se que o campo de pesquisa envolvendo o raciocínio qualitativo está em ascensão. O seu potencial para a construção de modelos conceituais no âmbito da aprendizagem tem demonstrado bons resultados, no entanto, necessita de estudos e análises mais aprofundadas, o que se constitui no **objetivo geral** desta pesquisa.

*Avaliar a influência de modelos qualitativos, utilizados como material didático, sobre a aprendizagem de conceitos relacionados à Biologia por alunos surdos e ouvintes de ensino médio.*

Para alcançar esse objetivo pretende-se:

a) *Desenvolver projetos educacionais abordando modelos qualitativos em turmas de estudantes surdos e ouvintes, utilizando-se do material didático-pedagógico específico.*

b) *Realizar experimentos controlados visando comparar a contribuição de modelos qualitativos para a aprendizagem de conceitos científicos e desenvolvimento de raciocínio inferencial por alunos surdos e ouvintes (analisados separadamente), avaliados em dois momentos distintos (antes e depois da intervenção pedagógica), e a capacidade de alunos surdos expressarem relações de causalidade em língua portuguesa escrita.*

c) *Apresentar para professores o material didático bilíngue baseado em modelos qualitativos, e coletar suas opiniões sobre o uso de MQ no ensino de ciências e de outras disciplinas.*

O primeiro capítulo desta dissertação discorre sobre o ensino de ciências e a educação de surdos, relacionando os pressupostos que devem ser observados para que o ensino de ciências a estudantes surdos seja viabilizado, principalmente no que se refere à aquisição de conceitos científicos. Ressalta-se a importância de uma educação bilíngue no contexto da inclusão e o papel fundamental da linguagem no processo de formação dos conceitos científicos pelos estudantes. Destaca-se também a função de mediador do conhecimento atribuído ao professor e a perspicácia que o mesmo deve ter em selecionar conteúdos significativos, bem como de utilizar estratégias de ensino e material didático visualmente adaptado apropriados ao aprendizado dos surdos.

Uma nova abordagem para o ensino de ciências a estudantes surdos é apontada no segundo capítulo. Trata-se do uso de modelos qualitativos como ferramenta didática no processo de aquisição de conceitos pelos alunos. Discorre-se sobre a abordagem escolhida para realizar a modelagem, que é a Teoria Qualitativa dos Processos (TQP), proposta por Forbus (1984), para a qual é fundamental compreender como são representadas as relações de causalidade em um sistema de interesse. Descreve-se o Garp3 como ferramenta de simulação qualitativa que implementa características importantes do RQ e apresenta-se um novo *software*, o DynaLearn, que surgiu a partir de modificações feitas no Garp3. A seção seguinte trata da aplicação dos modelos qualitativos na educação científica dos surdos e encerra como uma revisão de literatura sobre os estudos de RQ.

A metodologia utilizada para se chegar aos objetivos dessa pesquisa será descrita no terceiro capítulo. A coleta de informações decorre de três instrumentos principais: um estudo experimental, que a partir do desenvolvimento de um projeto com turmas de alunos surdos e ouvintes foram coletados os dados numéricos para análise por meio de instrumentos estatísticos; um estudo descritivo que inclui um curso ministrado a professores da área de ensino de ciências da Secretaria de Estado de Educação do Distrito Federal (SEE/DF), no qual se apresentou um material didático alternativo baseado em raciocínio qualitativo, como suporte para o ensino de ciências, como também, outros modelos de diversos autores; e um minicurso para alunos surdos para apresentar e avaliar o novo *software* – DyanLearn.

O quarto capítulo apresenta os resultados e a discussão das análises estatísticas obtidas da comparação entre o pré e pós-teste aplicados aos grupos

experimental e controle de surdos e ouvintes, bem como as análises das respostas aos questionários de avaliação/opinião aplicados aos alunos e professores participantes dessa pesquisa.

Por fim, apresentam-se no quinto capítulo as conclusões obtidas após as diversas análises e reflexões sobre os resultados encontrados e retoma-se o objetivo principal deste trabalho discutindo as perspectivas relacionadas a ele.

## 1 O ENSINO DE CIÊNCIAS NO CONTEXTO DA EDUCAÇÃO DE SURDOS

O trabalho de André (2001) ressalta que nos últimos 20 anos tem havido um crescimento muito grande nas pesquisas da área de educação no Brasil, e que se observam muitas mudanças nas temáticas e problemas dos trabalhos científicos. A autora afirma que “o exame de questões genéricas, quase universais, vai dando lugar a análises de problemáticas localizadas, cuja investigação é desenvolvida em seu contexto específico.” Tem-se valorizado mais as questões em que se analisa a experiência do próprio pesquisador e que muitas vezes é realizada com a colaboração dos participantes. Nesse sentido, nesta pesquisa são apresentados estudos com o intuito de melhorar as práticas do professor, fornecendo a eles cursos de formação e materiais didáticos especializados que podem contribuir para que possam combater as desigualdades e a exclusão, especificamente às relacionadas aos alunos surdos.

Buscando relacionar as pesquisas realizadas na área do ensino de ciências é importante citar o trabalho de Schnetzler (2002) que realizou um levantamento bibliográfico da pesquisa em ensino de química nos últimos 25 anos de Sociedade Brasileira de Química (SBQ). Segundo Feltrini (2007), pôde-se observar que nesta pesquisa, apesar de sua abrangência, não foram encontrados trabalhos voltados para a educação de surdos que buscassem, especificamente, alternativas para o desenvolvimento do processo ensino-aprendizagem na perspectiva inclusiva.

Entretanto, alguns autores realizaram pesquisas abordando o ensino de ciências para alunos portadores de necessidades educativas auditivas que se identificam com a pesquisa aqui descrita. Por exemplo, Silva, Silva e Mion (2003a, 2003b) afirmam que o grande obstáculo para o processo de inclusão dos surdos é a dificuldade destes em apropriar-se da linguagem escrita, demonstrando novas formas de comunicação que auxiliam na leitura e escrita de textos científicos desvinculando-os das palavras chaves impostas pela LSB. Em outro trabalho, esses mesmos autores caracterizam o computador como ferramenta de apoio ao processo ensino-aprendizagem com vistas a favorecer a adaptação e a integração dos surdos no ensino regular e ainda contribuir para a formação de professores.

Outros trabalhos interessantes incluem o de Santana e Lima (2003), que apresentam estudo bibliográfico referente ao ensino de física a alunos surdos;

Gauche e Feltrini (2007) exploram o cenário atual do ensino de ciências para estudantes surdos de ensino médio e apresentam pressupostos necessários a reorientação do ensino a essa clientela. Neto *et al.* (2007) apresentam pesquisa participante sobre o processo de ensino e aprendizagem de química para alunos surdos e assumem os recursos visuais como fundamentais na mediação pedagógica; e Feltrini (2009) produziu material didático-tecnológico baseado em raciocínio qualitativo, para auxiliar estudantes surdos na formação de conceitos científicos, trabalho este de grande importância para o desenvolvimento desta dissertação.

Campo de pesquisa em ascendência na área da surdez é a linguística no contexto da educação inclusiva, pois a língua de sinais utilizada pela comunidade surda ainda apresenta muitas particularidades a serem estudadas. No entanto, o processo de ensino e aprendizagem de ciências a estudantes surdos perpassa pela linguística, pois exige a compreensão de conceitos científicos, os quais dependem fundamentalmente da linguagem. Quando se permite ao aluno surdo o acesso ao conteúdo por meio de sua língua e com materiais didáticos visualmente adaptados, possivelmente as dificuldades em compreender os fenômenos serão bem menores, e como consequência, facilitará ao surdo o desenvolvimento de competências que o auxiliarão na sua produção textual.

Para se ensinar e aprender ciências, primeiramente, é importante responder a duas questões primordiais: 'O que é ciência?' e 'Por que a ciência é necessária?'

Diversos autores sugeriram as mais variadas respostas a estas perguntas, no entanto, Scheid (2005) conclui após a análise de diversos fatos científicos que "a ciência não é algo dado, acabado, natural, mas uma construção", ou seja, é um processo de troca, de aquisição, de transferência, de interação de saberes.

A resposta à segunda pergunta é registrada por Ruiz

A ciência é necessária por ser uma ferramenta espiritual que amplia nossa lucidez, abre horizontes para o compreender e o agir sem as amarras das crenças, das certezas estabelecidas, permitindo identificarmos os limites impostos pela precariedade de nossos sentidos. (RUIZ, 2005, p. 322)

Observa-se que a curiosidade é inerente ao homem e a partir dela faz surgir diversos questionamentos a respeito de sua existência, do seu mundo, ou até mesmo de coisas simples do seu dia-a-dia, suscitando a busca pelo conhecimento

continuamente. Cabe aos sistemas de ensino viabilizar as condições necessárias que garantam a todos o acesso a esse conhecimento.

Certamente, muitos equívocos já ocorreram no caminho seguido na educação de surdos, muitas vezes por falta de conhecimento. Diante disso, o professor precisa rever seus conceitos e conscientizar-se de que existem diversos aspectos a serem considerados para que se possa promover a educação dos alunos surdos.

As escolas, por sua vez, precisam, responder a vários questionamentos: Com quem os alunos surdos devem estudar? O que devem estudar? Como devem estudar? São questões que interferem em toda a práxis do professor e incluem reflexões a respeito de abordagens, métodos, conteúdos, seu papel como educador, linguagem e estratégias de ensino com recursos visuais. Nas próximas seções são descritas particularidades que devem ser observadas na educação de surdos, principalmente na área do ensino de ciências.

### **1.1 Educação bilingue de surdos<sup>1</sup>**

A política de inclusão representa um grande avanço social no Brasil. Vivencia-se uma verdadeira e positiva mudança de paradigma: passa-se ao reconhecimento das diferenças individuais e das necessidades específicas de certas comunidades. Entretanto, para que se possa compreender bem o contexto da política de educação inclusiva é preciso distinguir inclusão social e inclusão educacional.

A inclusão social deve ser promovida em todas as esferas da sociedade, em todos os níveis de governo e a qualquer tempo, pois representa um avanço social e pessoal no desenvolvimento do ser humano. A família e a escola têm papel fundamental na inclusão social de seus membros. O surdo<sup>2</sup> naturalmente socializa-se com seus colegas ouvintes<sup>3</sup>. O impasse é a acessibilidade pedagógica e à

---

<sup>1</sup> A seção 1.1 fará parte de uma publicação que está em fase de elaboração sob o título provisório: 'Português sem fronteiras', organizado por Faria\_Nascimento e Resende, com co-autoria desta pesquisadora.

<sup>2</sup> Surdo é o sujeito que apreende o mundo por meio de experiências visuais e tem o direito e a possibilidade de apropriar-se da língua brasileira de sinais e da língua portuguesa, de modo a propiciar seu pleno desenvolvimento e garantir o trânsito em diferentes contextos sociais e culturais. A identificação dos surdos situa-se culturalmente dentro das experiências visuais (QUADROS, 2004).

<sup>3</sup> Utiliza-se o termo ouvinte para denominar aqueles que ouvem em oposição a surdo, termo que denomina os que não ouvem.

comunicação, que deveria ser promovida através de sua língua natural, a língua de sinais.

Por meio das línguas de sinais os surdos recebem a informação linguística pela visão e produzem-na por meio de sinais manuais em uma modalidade espaço-visual, diferentemente da modalidade oral-auditiva em que os ouvintes usam o canal auditivo para recepção e o canal oral para a produção da mensagem. Os surdos brasileiros comunicam-se através da Língua de Sinais Brasileira (LSB<sup>4</sup>), que foi reconhecida como língua oficial com a publicação da Lei 10436/2002 e sua regulamentação pelo Decreto-Lei 5626/2005.

Sabe-se que inserir o surdo, sem atendimento adequado na sala de aula, junto com alunos ouvintes, pode contribuir para promover a inclusão social, mas na prática os surdos continuam em desvantagem pedagógica. Acredita-se que, quando a escola promove efetivamente educação de qualidade para os alunos surdos, esses alunos incluem-se, verdadeiramente, na sociedade em que vivem.

Na educação de surdos, é importante um ambiente linguístico adequado ao processo de ensino e aprendizagem. A legislação<sup>5</sup> estabelece que “a língua de sinais é um direito dos surdos e não uma concessão de algumas escolas ou de alguns professores”. Além disso, ressalta que

as instituições federais de ensino devem garantir, obrigatoriamente, às pessoas surdas acesso à comunicação, à informação e à educação nos processos seletivos, nas atividades e nos conteúdos curriculares desenvolvidos em todos os níveis, etapas e modalidades de educação, desde a educação infantil até a superior. (DECRETO-LEI 5626/2005, ART.14)

Em relação à inclusão educacional, esta deve ser pensada com cautela, especialmente ao se referir a alunos surdos. A inclusão educacional pode acontecer em todas as disciplinas, à exceção da Língua Portuguesa (LP), desde que o professor prepare aulas visuais. Uma aula planejada para alunos surdos é uma excelente aula para ouvintes.

A escola enfrenta, hoje, a tarefa de viabilizar os direitos educacionais dos surdos, particularmente no que diz respeito às necessidades específicas para o seu desenvolvimento integral. Ressalta-se que a escola deve organizar-se para que

---

<sup>4</sup> LSB - É outra sigla para referir-se à língua brasileira de sinais – LIBRAS. A Língua de Sinais Brasileira - LSB segue os padrões internacionais de denominação das línguas de sinais.

<sup>5</sup> Cf. Decreto-lei 5626/2005.

todos os alunos tenham possibilidades de sucesso, adaptando-se para receber estes alunos. No contexto do Programa de Educação Inclusiva, implementado pelo MEC em 2003 (BRASIL, 2007), essa adaptação precisa levar em consideração o pensar e o agir com equidade, ou seja, ter disposição para reconhecer igualmente o direito de cada um, de acordo com as suas necessidades.

Oferecer aos surdos as mesmas condições de sucesso escolar oferecidas a seus colegas ouvintes significa oferecer atendimento educacional diferenciado que leve em consideração a situação linguística, cultural, o ritmo de aprendizagem e as necessidades pedagógicas dos alunos surdos. Para o desenvolvimento integral desses alunos é preciso que haja ambientes educacionais apropriados para atender as suas especificidades.

Uma escola adequada aos surdos cria condições que lhes assegura a acessibilidade na comunicação, nas relações humanas e, conseqüente, participação em todas as atividades escolares e sociais.

As classes inclusivas,<sup>6</sup> com alunos surdos, demandam a presença de intérpretes-educacionais em aulas conduzidas por professores regentes ouvintes. Esses dois profissionais propiciam ao aluno aulas transmitidas, simultaneamente, em duas línguas. Uma das línguas é a que o professor regente<sup>7</sup> ministra a sua aula, neste caso a língua portuguesa; a outra é a língua que está sendo traduzida pelo intérprete educacional para o aluno surdo.

Ainda hoje, observa-se que os alunos surdos encontram muitas dificuldades de adaptação a classes inclusivas da forma como elas estão organizadas nas escolas. Nesse ambiente educacional com ouvintes sem fluência em LSB os surdos normalmente perdem grande quantidade de informações. Isso acontece mesmo com a presença de um intérprete-educacional, por mais proficiente que seja em LSB.

Nas escolas inclusivas existem professores que se interessam por conhecer e aprender como atuar com qualidade na educação de surdos. Outros, porém, se mostram resistentes e partem do pressuposto de que com a presença do intérprete, o aluno surdo vai compreender sua aula como os demais alunos ouvintes. Segundo Lacerda (2002) é preciso ser cauteloso com a presença do intérprete em sala de aula, pois, muitas vezes sua presença é vista como um 'remédio' para todos os

---

<sup>6</sup> Classes inclusivas são classes em que alunos com necessidades especiais estudam junto com alunos do ensino regular.

<sup>7</sup> Professor regente, nesse contexto refere-se ao professor do ensino regular que ministra a aula para classes bilíngues. O outro profissional não é regente, pode ser um intérprete-educacional.

problemas da inclusão do aluno surdo. Apesar da possibilidade de comunicação e compreensão mútua que ele oferece, o professor regente se acomoda com relação a questões de ajuste curricular e escolhas metodológicas que poderiam contribuir para o aprendizado do surdo.

Normalmente, em uma sala de aula na qual a maioria dos alunos é ouvinte, o professor planeja suas aulas para atender essa maioria e deixa a cargo do professor do atendimento educacional especializado (AEE<sup>8</sup>) a responsabilidade desse aluno com necessidades diferenciadas.

Difícilmente o professor regente que não tem fluência em LSB poderá saber se os conceitos ensinados foram adequadamente adquiridos pelos alunos surdos, pois falta a ele e aos alunos surdos uma comunicação comum e plena. Dessa maneira, não há uma comunicação direta na qual o professor possa reconhecer os conceitos trabalhados em sala de aula. Há carência de professores fluentes em língua de sinais e de intérpretes habilitados em áreas específicas de conhecimento, o que resulta na restrição do acesso pelo aluno ao conhecimento em sua totalidade. Além disso, a necessidade de melhorar a qualidade da educação dos surdos, não depende apenas de professores fluentes em LSB, mas também, de vocabulário científico em LSB para o ensino de disciplinas específicas, como é o caso do ensino de ciências, e disponibilidade de materiais didáticos adequados para os surdos.

Percebe-se que a política educacional inclusiva é vista como uma proposta de “educação para todos” independentemente das diferenças. Educação para todos, entretanto, não pode ser entendida como a mesma educação para todos os alunos, a mesma abordagem educacional para todos os alunos, um único modelo educacional para todos. Pelo contrário, significa oferecer a cada aluno o que ele precisa para ter a educação. Construir rampas, pistas táteis nas escolas e intérpretes em sala de aula é extremamente necessário, mas não é suficiente para tornar o ensino acessível a todos os alunos.

A escola pode promover a inclusão social sem perder de vista as diferenças individuais do aluno e suas diferentes necessidades de aprendizagem. Se os alunos são diferentes, não há um único modelo de ensino adequado a todos eles.

Em uma educação bilíngue, o sistema de ensino assume que duas línguas co-existam no ambiente escolar. Na educação de surdos brasileiros a política

---

<sup>8</sup> Também denominado professor de apoio ou da sala de recurso.

linguística propõe que o processo de ensino e aprendizagem deve acontecer em sua primeira língua (LSB) e a língua portuguesa, na modalidade escrita, com uma metodologia de ensino de segunda língua.

É importante que o surdo seja bilíngue<sup>9</sup> porque, por um lado, a língua de sinais brasileira constitui, no uso que dela faz o falante no seu cotidiano: (a) identificação e expressão cultural, (b) sentimento de pertencer a uma comunidade e (c) comunicação e interação entre seus pares. Assim se justifica a importância atribuída ao ensino de primeira língua.

Por outro lado, o português é a língua oficial do povo brasileiro e o seu uso é presente: (a) em todos os documentos oficiais do país; (b) nas escolas, como língua de instrução; (c) nos materiais didáticos; (d) em revistas, jornais, impressos e publicações diversas; (e) nos meios de comunicação; (f) nos textos acadêmicos, na literatura etc. Cada um dos contextos citados contribui para a propagação da língua portuguesa e afirmação de seu *status*.

Sobre as línguas de sinais, o Ministério da Educação reconhece que

As línguas de sinais devem ter o mesmo *status* das línguas orais, uma vez que se prestam às mesmas funções: podem expressar os pensamentos mais complexos, as idéias mais abstratas e as emoções mais profundas, sendo adequadas para transmitir informações e para ensinar. São tão completas quanto as línguas orais e estão sendo estudadas cientificamente em todo o mundo. Coexistem com as línguas orais, mas são independentes e possuem estrutura gramatical própria e complexa, com regras fonológicas, morfológicas, semânticas, sintáticas e pragmáticas. (MEC/SEESP, 2003, p. 76)

Para Goldfeld (1997) o bilinguismo tem como pressuposto básico que “o surdo deve ser bilíngue, ou seja, deve adquirir como língua materna a língua de sinais, que é considerada a língua natural dos surdos e, como segunda língua, a língua oficial de seu país.”

A língua materna é considerada, normalmente a primeira língua aprendida por uma pessoa na infância, geralmente a de sua mãe, ou ainda, a primeira língua que o indivíduo aprende, em geral ligada ao seu ambiente. A grande maioria dos surdos, cerca de 95% deles, são filhos de pais ouvintes que não têm conhecimento da língua de sinais (QUADROS, 1993). Diante deste contexto, em que a maioria das

---

<sup>9</sup> Para Grosjean (1998), “bilíngue não é aquele que possui competência semelhante e perfeita nas línguas, mas sim quem utiliza constantemente duas (ou mais) línguas (ou dialetos) com diferentes pessoas em diversas situações do cotidiano e de acordo com seu propósito.”

crianças surdas é filha de pais ouvintes que nunca tiveram contato com a língua de sinais, como elas irão adquirir sua primeira língua?

Uma proposta bilíngue deve considerar esta situação, pois a maioria das crianças surdas que chega à escola não possui uma língua estabelecida, logo, elas precisam ter contato com surdos adultos, para que estes lhes propiciem a formação de sua identidade e a aquisição de sua primeira língua, vantagens imprescindíveis para o sucesso desta proposta. É preciso que o ambiente escolar (ou outro local) esteja preparado para propiciar à criança surda o desenvolvimento da linguagem e do pensamento, só assim ela estará preparada para aprender uma segunda língua.

A política linguística entende que os indivíduos aprendem a se comunicar em grupos e não isoladamente. Para os surdos que utilizam uma língua visual, emergem questões linguísticas que precisam ser consideradas ao lado do discurso inclusivo. A inclusão deve ser organizada a partir do grupo e não do indivíduo. Apoiados na educação bilíngue, as escolas devem primeiro incluir os surdos com seus pares. Pode-se dizer que essa é a verdadeira inclusão educacional que irá proporcionar práticas adequadas de ensino e de aprendizagem e não práticas elaboradas para alunos ouvintes adaptadas para os alunos surdos.

Gesueli (2006) afirma que o respeito à língua de sinais como língua natural, que é um direito do surdo, e a condição bilíngue deste, que deverá ter acesso à língua de sinais por meio do contato com a comunidade surda, são mudanças que se mostram necessárias para que a língua majoritária, oral e escrita, seja trabalhada como segunda língua. É importante ressaltar que quando os professores manifestam respeito pela língua e pelos conhecimentos culturais dos alunos, se reafirma sua identidade e se promove seu sucesso acadêmico, afirma Cummins (2001), citado por Herrera (2003).

Essa proposta de uma educação bilíngue para surdos encontra-se regulamentada no Decreto-Lei 5626/2005, que dispõe sobre o uso e a difusão da LSB e da LP para o acesso das pessoas surdas à educação. Para tanto, as instituições federais de ensino devem garantir o atendimento educacional especializado promovendo cursos de formação de professores; ofertando, desde a educação infantil, o ensino da LSB como primeira língua e também da Língua Portuguesa, como segunda língua para alunos surdos; apoiando, na comunidade escolar, o uso e a difusão de LSB; adotando mecanismos de avaliação coerentes com aprendizado de segunda língua; desenvolvendo mecanismos alternativos para

a avaliação de conhecimentos expressos em LSB; disponibilizando acesso às novas tecnologias de informação e comunicação. É imprescindível que haja uma convergência de esforços entre o que diz a lei e o que deve ser a práxis para garantir sucesso à educação dos surdos.

## **1.2 A linguagem no processo de formação dos conceitos**

Diversos estudos têm demonstrado que o processo de elaboração de conceitos é extremamente complexo e envolve uma série de fatores. Por esse motivo, os pesquisadores da área de ensino de ciências têm recorrido a outras áreas do conhecimento, como a psicologia, a filosofia e a sociologia para buscar auxílio na compreensão de como os conceitos são elaborados pelos alunos nesse processo (MACHADO e MOURA, 1995). Muitos dos trabalhos têm se pautado nos pressupostos teórico-metodológicos da perspectiva sócio-histórica encontrados principalmente nos trabalhos de Vygotsky e seus colaboradores.

Segundo Vygotsky (1998), o desenvolvimento cognitivo do indivíduo acontece por meio da socialização. Porém, esse processo de conversão de relações sociais em funções mentais superiores (pensamento, linguagem, comportamento) não é direto, é mediado pelo uso de instrumentos e signos (palavras, números, gestos, etc.). Quanto mais o indivíduo interioriza os instrumentos e os sistemas de signos, via interação social, mais as operações psicológicas das quais ele é capaz vão se modificando.

A linguagem é o mais importante sistema de signos para o desenvolvimento da criança, sendo, portanto a fala (no caso das crianças ouvintes) e a língua de sinais (no caso das crianças surdas) extremamente importante no desenvolvimento da linguagem e, conseqüentemente no seu desenvolvimento cognitivo. Vygotsky e Lúria (1996) citados por Machado (2008) afirmam que o curso real do desenvolvimento infantil parte do social em direção ao individual. As pessoas que cercam a criança atribuem significações aos seus atos, expressões e sons. Elas só se apropriarão dessas significações quando perceberem a relação entre as ações e as situações, compreendendo e incorporando essa compreensão ao seu repertório.

Na realidade da comunidade surda, esse processo não acontece de forma plena, pois, como já discutido na seção anterior, poucas crianças surdas têm oportunidade de convívio com a cultura surda, devido ao fato de a maioria ser filha de pais ouvintes. Segundo Fernandes (2000), essa dificuldade ao acesso à LSB de forma natural leva a criança surda a identificar o mundo de forma concreta, por não lhes ser possível o diálogo, em consequência, essa privação auditiva deve ultrapassar a dificuldade comunicativa e atingir a todas as áreas do desenvolvimento infantil. Esse fenômeno não ocorre com as crianças surdas filhas de pais surdos, pois estão interagindo socialmente em sua cultura surda.

Para Vigostky (1995)<sup>10</sup>, citado em Machado (2008), “as dificuldades enfrentadas pela criança considerada ‘deficiente’ na atividade social vêm a ser uma das causas do insuficiente desenvolvimento de suas atividades mentais superiores.” É preciso que haja o suporte linguístico na língua de sinais para o pleno desenvolvimento cognitivo da criança surda, pois:

(...) saber propiciar a aquisição da língua de sinais à criança surda, antes de tudo como respaldo e principal instrumento para o desenvolvimento dos processos cognitivos, é o primeiro grande e indispensável passo para a verdadeira educação deste indivíduo. (FERNANDES, 2000, p. 51)

Em relação à aprendizagem do surdo, Skliar não vê na língua de sinais restrições que causem limitações aos surdos e faz uma importante afirmação:

(...) se os surdos foram excluídos de aprendizagens significativas, obrigados a uma prática de atividades sensório-motoras e perceptuais, mas não de conteúdo de abstração, se foram impedidos de utilizar a língua de sinais em todos os contextos de sua vida, então nada têm a ver os surdos nem a língua de sinais com as supostas limitações no uso dessa língua, na aquisição de conhecimentos e no desenvolvimento de seu pensamento. (SKLIAR, 1997, p. 126-127)

É no espaço de utilização da linguagem que, segundo Schnetzler e Aragão (1995), o aluno aprende, na tentativa de atribuir significados a palavras estranhas que são usadas no contexto de sala de aula e também, a palavras que são usadas na linguagem cotidiana, mas que, no entanto denotam conceitos cujos significados são muito diferentes daqueles usados no dia-a-dia. Dessa forma, é primordial que o professor explicita os significados das palavras que utiliza em suas mensagens e

<sup>10</sup> Segundo Machado (2008), Vygostky desenvolveu pesquisas em Kharkov e coordenou programações educativas para crianças consideradas “portadoras de deficiências”. Nesse intuito elaborou um trabalho denominado *Defectologia*.

abra espaço para que seus alunos expressem seus significados a fim de atingirem um consenso.

Conforme Schnetzler (2002), as concepções dos alunos muitas vezes são antagônicas às idéias cientificamente aceitas, porque são construídas conforme características do senso comum (que se baseiam em idéias presas ao sensível, ao visual, utilitárias). Eles precisam ser introduzidos a idéias validadas por uma comunidade científica e este é o papel do professor, o de mediar o acesso dos alunos às mesmas. Sendo assim, segundo a mesma autora, “a construção do conhecimento em sala de aula depende essencialmente de um processo no qual os significados e a linguagem do professor vão sendo apropriados pelos alunos na construção de um conhecimento compartilhado”.

No entanto, é importante lembrar que nesse processo

(...) as concepções prévias do estudante e sua cultura cotidiana não têm que, necessariamente, serem substituídas pelas concepções da cultura científica. A ampliação de seu universo cultural deve levá-lo a refletir sobre as interações entre as duas culturas, mas a construção de conhecimentos científicos não pressupõe a diminuição do *status* dos conceitos cotidianos, e sim a análise consciente das suas relações. (MORTIMER; MACHADO, 1997, p. 140, 141)

A especificidade linguística dos surdos gera certa preocupação com relação à apropriação dos conceitos científicos por estes alunos, pois na maioria das escolas os conhecimentos são desenvolvidos em língua portuguesa (QUADROS, 1997). Nesse contexto, surge a necessidade de criar um ambiente de aprendizagem no qual a língua de sinais seja utilizada como meio de interação e discussão de seus conceitos cotidianos, tornando-os capazes de atribuir significação correspondente à do conceito científico em seu processo de apropriação, favorecendo assim, o trabalho pedagógico com o surdo (MACHADO, 2008).

Com relação à interação na educação de surdos, Behares (1993), citado por Machado (2008), ressalta a importância da educação bilíngue que significa com respeito à surdez, mais uma mudança ideológica do que uma mudança metodológica. Ele ainda afirma que essa proposta transforma a educação em pedagogia socializada, que vem ao encontro da perspectiva teórica sociointeracionista, que pressupõe que o sujeito interativo se constitui nas relações sociais, sendo assim, a linguagem compartilhada para o processo de construção do conhecimento e da formação da consciência é imprescindível.

Esta pesquisa propõe a inserção do surdo no mundo científico de forma plena, pois o trabalho com os modelos qualitativos possibilitam a criação de espaços para que o aluno surdo possa expor suas idéias, tornando-se apto a utilizar a linguagem científica, em uma perspectiva de evolução da compreensão conceitual. A representação diagramática e a linguagem simplificada utilizada nos modelos permitem ao surdo participar efetivamente das aulas, interagindo, questionando e se expressando por meio da LSB, ou seja, socializando os conhecimentos por meio de uma linguagem compartilhada rumo à formação de conceitos. Sobre esse tema, maiores detalhes serão abordados no capítulo 2.

### 1.3 A função do professor na construção do conhecimento científico

O professor tem o papel importantíssimo no processo ensino-aprendizagem de ciências. No entanto, deve ter plena consciência de que ele não é o detentor de verdades descobertas, transmitindo aos seus alunos como prontas, acabadas e inquestionáveis (SCHEID, 2005). Pois assim como lembra Bachelard (1996, p.289), *apud* Ruiz (2005), “seria mais simples ensinar só o resultado, mas o ensino dos resultados da ciência nunca é ensino científico”.

Devido a cursos pouco eficientes de formação de professores, segundo Schnetzler e Aragão (1995), encontram-se professores que possuem esta visão simplista da atividade docente, concebendo que para ensinar basta saber um pouco do conteúdo específico e utilizar algumas técnicas pedagógicas, pois esta seria a função do ensino: transmitir conhecimentos que deverão ser retidos pelos alunos. Esse é o modelo de ensino denominado ‘tradicional’, caracterizado

pele verbalismo do mestre e pela memorização do aluno (...) Os alunos são instruídos e ensinados pelo professor. Evidencia-se preocupação com a forma acabada: as tarefas de aprendizagem quase sempre são padronizadas, o que implica poder recolher-se à rotina para se conseguir a fixação de conhecimentos/conteúdos/informações. (MIZUKAMI, 1986, p.14)

Essa prática pedagógica expressa uma concepção de ensino e aprendizagem correspondente ao modelo de transmissão-recepção, que certamente apresenta poucos indícios de que o ensino possa visar à compreensão do aluno, visa apenas à

memorização. “O termo ‘compreensão’ não pode ser usado como referência ao produto de aprendizagem, mas sim a uma qualidade que se manifesta em qualquer processo de aprendizagem” (SCHNETZLER e ARAGÃO, 1995). Se esta é uma prática pouco eficiente para o ensino a estudantes ouvintes, deduz-se que é praticamente inviável ao ensino a estudantes surdos, devido às suas especificidades linguísticas, que certamente, exigem maior empenho dos professores dentro do contexto da inclusão.

A aprendizagem acontecerá, de fato, quando o ensino deixar de ser centrado na simples transmissão de informações aos alunos como se estes tivessem sua mente vazia. As idéias preconcebidas dos alunos sobre os vários fenômenos que ocorrem ao seu redor devem ser levadas em consideração pelo professor e assim, “a aprendizagem passa a ser concebida como mudança ou evolução conceitual e o ensino passa a ser conceituado como um processo que visa à promoção de tal evolução ou mudança nos alunos” (SCHNETZLER, 1992).

Nesse sentido, trabalhar com modelos baseados em raciocínio qualitativo dá ao professor e ao aluno surdo o suporte que precisam para a construção de conceitos científicos, pois lidam com conhecimentos conceituais, utilizando-se de linguagem bastante acessível, que permite descrever os fenômenos estudados o mais próximo possível da realidade (BREDEWEG *et al.*, 2006). Este recurso didático proporciona ao surdo a possibilidade de integração, além disso, possui potencial para a adoção de uma abordagem bilíngue no trato com os modelos.

Driver e colaboradores (1999) conferem ao professor a função de ser “o guia que faz a mediação entre o mundo cotidiano dos alunos e o mundo da ciência”. Para desempenhar este papel o professor deve:

- i) considerar as concepções das crianças de maneira respeitosa; ii) introduzir novas idéias ou ferramentas culturais e fornecer apoio e orientação aos estudantes a fim de que eles próprios possam dar sentido a essas idéias; iii) ouvir e diagnosticar as maneiras como as atividades instrucionais estão sendo interpretadas, a fim de subsidiar as próximas ações; iv) criar entre os alunos uma perspectiva crítica sobre a cultura científica; v) transformar os aspectos epistemológicos no foco explícito do discurso e assim, socializar os alunos na perspectiva crítica da ciência como forma de conhecimento.(DRIVER, 1999)

No contexto da educação inclusiva, quando o professor não é fluente em LSB, nem especializado em educação de surdos e recebe uma classe de alunos surdos quer por opção, quer pela distribuição de carga dentro da escola, certamente ele irá

se deparar com a dificuldade de comunicação entre os surdos e seus colegas ouvintes, como também entre ele e os alunos surdos. Esta situação dificultará o processo de assimilação e interiorização de conhecimentos científicos. Nesse caso, é necessário que o professor busque uma especialização em língua de sinais, e, enquanto se prepara, utilize em suas aulas as estratégias pautadas na 'pedagogia visual' como a mímica, o teatro, as figuras, as ferramentas tecnológicas para mediar os conhecimentos entre surdos e ouvintes garantindo a construção e a socialização dos conceitos científicos.

Até recentemente, a formação de professores<sup>11</sup> para atuar com alunos surdos efetivava-se exclusivamente nos cursos de pedagogia ou de licenciatura em educação especial/deficiência auditiva, com enfoque predominantemente clínico. Atualmente, a formação de professores tem o enfoque linguístico reforçado tanto nos cursos de graduação em Letras, especificamente na licenciatura em português como segunda língua<sup>12</sup>, como em cursos de Educação Especial, e ultimamente no curso de Licenciatura em Letras/Libras<sup>13</sup>, ministrado na modalidade de ensino a distância. Registre-se também o fato de que licenciaturas de áreas específicas, como a de Ciências Biológicas na Universidade de Brasília, incluíram em seus currículos uma disciplina de LSB. De acordo com a legislação, todos os cursos de licenciatura, nas diferentes áreas do conhecimento, considerados como cursos de formação de professores e profissionais da educação para o exercício do magistério, deverão incluir a LSB como disciplina curricular obrigatória.

A presença do profissional denominado intérprete-educacional nas salas de aula inclusivas está regulamentada pelo Decreto-Lei 5626/2005. Ele possui a função de traduzir e interpretar a língua de sinais para a língua falada e vice-versa em quaisquer modalidades que se apresentar (oral e escrita) (QUADROS, 2003). A interpretação simultânea é a mais utilizada pelo intérprete de língua de sinais, ou seja, ele interpreta em tempo real a fala do ouvinte ou o surdo em tempo real, sem

---

<sup>11</sup> A necessidade de especialização adequada do professor para atender o aluno especial é destacada na Lei de Diretrizes e Bases Nacionais (1996).

<sup>12</sup> Licenciatura denominada Português do Brasil como Segunda Língua (PBSL) tem por meta a formação de professores de Língua Portuguesa para ensinar o Português do Brasil a falantes e usuários de outras línguas. O Curso, pioneiro no Brasil, foi implantado na Universidade de Brasília no primeiro semestre de 1998.

<sup>13</sup> O Curso de Licenciatura e Bacharelado em Letras Libras, implantado em outubro de 2006, é uma iniciativa da Universidade Federal de Santa Catarina- UFSC. Com o objetivo de formar profissionais na língua de sinais brasileira (professores e tradutores-intérpretes). Implantado na modalidade à distância em nove universidades brasileiras em outubro de 2006, depois se estendeu a outras universidades em 2008 e em 2009 iniciou-se na modalidade presencial na UFSC.

pausa para refletir qual a melhor maneira de se expressar e de se fazer entender. Porém há que se questionar sobre a fidelidade da interpretação ou tradução do conteúdo, pois na maioria das vezes ele não tem domínio do tema a ser interpretado ou traduzido, tornando-se precária sua atuação.

É preciso investir em um projeto educacional voltado para a comunidade surda, no qual se institua a educação bilíngue, para que o surdo possa ter acesso aos conteúdos e a uma educação de qualidade por meio da sua primeira língua (LSB), enquanto que a língua portuguesa, na sua forma escrita, será importante para o surdo ter acesso às informações e ser incluído socialmente nas atividades realizadas dentro e fora da escola.

A proposta deste trabalho enquadra-se perfeitamente nesse cenário, à medida que os modelos qualitativos aparecem como ferramenta de suporte para a educação bilíngue atuando como mediador do conhecimento. Favorece, também, a formação de conceitos científicos e a criação de novos sinais em LSB, além de possuir uma interface gráfica que contempla a pedagogia visual essencial na educação dos surdos. Com relação ao português como segunda língua, estudos anteriores com alunos surdos (por exemplo, SALLES *et al.*, 2005) demonstraram que o uso dos modelos qualitativos fizeram com que os alunos melhorassem o desempenho na construção de textos.

#### **1.4 O conteúdo significativo, estratégias de ensino e material didático**

Segundo Schnetzler e Aragão (1995), o crescente interesse em pesquisas sobre educação em ciências foi resultado direto do movimento de reforma curricular que ocorreu, principalmente nos Estados Unidos e Inglaterra, em oposição aos cursos tradicionais até então existentes. Esse movimento deu origem a muitas áreas de investigação, e foi alvo de críticas por dar ênfase à aprendizagem por descoberta e pela mitificação do método científico. Apesar dos resultados poucos promissores da avaliação dos projetos em termos da aprendizagem dos alunos, muitas foram suas contribuições como: a idéia de um currículo em espiral, o qual promoveu um maior inter-relacionamento entre as informações; a ênfase no ensino experimental; a não-dicotomia entre teoria e prática; e as discussões em sala de aula.

Diante das críticas a esses projetos, as mesmas autoras relatam que os educadores, ao final dos anos 70, foram levados a buscar os 'porquês e os 'como' do processo ensino-aprendizagem. Passam a desenvolver investigações sobre como os alunos aprendem conceitos científicos adentrando desta forma no movimento das concepções alternativas, que contribuíram, principalmente, por perceber que a aprendizagem envolve explicitação, negociação e construção de significados, promovendo, assim, a evolução conceitual dos alunos.

No entanto, constatou-se que o conhecimento científico não fazia parte do contexto cultural dos alunos. Sendo assim, Sousa Santos (1989) defendeu "o retorno do conhecimento científico ao meio social para promover um senso comum mais elaborado e crítico". Nestes termos, desde o final da década de 70, tem sido defendida a inclusão das relações CTS – Ciência, Tecnologia e Sociedade – nos cursos de ciências. Segundo Layton (1994), citado por Santos e Mortimer (2002), tais currículos foram desenvolvidos no cenário de países industrializados em que havia necessidade de educação científica e tecnológica, na qual o indivíduo pudesse adquirir conhecimentos científicos para poder participar da sociedade plenamente de forma crítica e ativa, opinando e tomando decisões, o que não vinha sendo alcançado adequadamente pelo ensino convencional de ciências.

Nessa perspectiva, trabalha-se com temas sociais relevantes, os quais possibilitam a contextualização dos conhecimentos e o estabelecimento de inter-relações de aspectos multidisciplinares. Sugerem-se os seguintes temas: recursos energéticos e minerais, água, poluição, meio ambiente, saúde, alimentação, medicamentos, petróleo, trânsito, lixo, etc. Para que haja interesse dos alunos em participar ativamente da aula é necessário partir de temas que de certa forma, afligem a comunidade em seu dia-a-dia, para que o educando possa vir a assumir responsabilidades sociais, individuais e coletivas (LIMA e SILVA, 1997).

Segundo Santos e Schnetzler (1998), para contribuir com a formação do cidadão, as atividades mais recomendadas são aquelas que propiciem uma participação efetiva do aluno, que desencadeiem seu processo de construção do conhecimento e capacidade de tomada de decisão, dentre elas pode-se citar: fóruns e debates, análise de dados, leitura de textos, projetos, pesquisa de campo, ações comunitárias e redação de cartas. É preciso realizar atividades que desenvolvam a participação ou a capacidade de tomada de decisão, utilizando estratégias de ensino em que o aluno possa ser ativo e possa emitir sua opinião. A principal função desses

projetos curriculares é preparar os cidadãos para tomarem decisões significativas em ciência e tecnologia que possam contribuir para uma sociedade melhor.

Os modelos qualitativos enquadram-se na perspectiva CTS, na medida em que permitem aumentar a compreensão de sistemas complexos e também facilitam a busca de meios para solucionar problemas e, dessa forma, tornam-se mais bem informados sobre os processos, aumentando a capacidade de tomada de decisões (SALLES e BREDEWEG, 2005).

Para que ocorra verdadeiramente o ensino baseado no currículo CTS, deve-se investir mais na formação continuada dos professores para que estes reflitam sobre a função social da ciência e busquem o desenvolvimento desse conteúdo em sala de aula, buscando atender aos seus objetivos. Nesse sentido, a presente dissertação propõe cursos de formação para professores com o objetivo de conhecerem materiais didáticos baseados em raciocínio qualitativo, com os quais se podem trabalhar diversos temas interdisciplinares.

Segundo Osborne (1996), citado por Júnior (1998), os procedimentos de ensino devem ter amplo e variado espectro de estratégias, procurando atender às necessidades apresentadas advindas dos vários estilos de aprendizagem dos estudantes, pois a adoção de uma única estratégia de ensino, seja ela qual for, certamente compromete o desempenho dos alunos por não respeitar as suas diferenças individuais, quanto a sua maneira de aprender, seu estilo e motivação.

Conforme o modelo educacional que se estabelece hoje no Brasil, as peculiaridades inerentes a cada um nem sempre são respeitadas. Os alunos surdos são privados das oportunidades que as dimensões do conteúdo lhe oferecem para que ocorra o seu desenvolvimento acadêmico e social. O letramento científico proposto, por exemplo, no currículo CTS, exige leitura e compreensão de textos de natureza científica, expressão de opiniões a respeito de temas científicos; discussão de problemas da ciência contemporânea, tomadas de decisões. Estes aspectos não fazem parte da vivência da comunidade surda brasileira. No entanto, existem movimentos interessados em mudar essa situação, como é o caso desta pesquisa, que apresenta uma nova estratégia de ensino com potencial para alterar a realidade acadêmica desses alunos.

Deveriam ser oferecidas aos estudantes surdos as mesmas condições oferecidas aos ouvintes, isto implica desenvolver o conteúdo em todas as suas dimensões, para que estes também se tornem cidadãos protagonistas. Além das

mesmas dificuldades encontradas pelos estudantes ouvintes em sala de aula de ensino de ciências, os surdos são também privados de uma terminologia específica em LSB de termos científicos na área de ciências. Certamente, este é um fator que compromete a construção de conceitos científicos.

Uma forma alternativa e bastante comum no espaço escolar é a promoção dos conhecimentos por meio da pedagogia de projetos. Os projetos podem ser idealizados para promoverem a compreensão de temas de vivência do aluno articulado a conceitos científicos. Dessa maneira, ajudam a conferir maior relevância às aprendizagens escolares, como saberes contextualizados e inter-relacionados que corroborem criticamente nas interações junto à realidade. Algumas escolas têm autonomia para idealizar diversos projetos dando oportunidade aos alunos de se inserirem neles conforme seus interesses.

Sobre a pedagogia de projetos é preciso saber que:

O aluno aprende no processo de produzir, de levantar dúvidas, de pesquisar e de criar relações, que incentivam novas buscas, descobertas, compreensões e reconstruções de conhecimento. E, portanto, o papel do professor deixa de ser aquele que ensina por meio da transmissão de informações – que tem como centro do processo a atuação do professor –, para criar situações de aprendizagem cujo foco incide sobre as relações que se estabelecem neste processo, cabendo ao professor realizar as mediações necessárias para que o aluno possa encontrar sentido naquilo que está aprendendo, a partir das relações criadas nessas situações. (PRADO, 2003)

As escolas secundárias do Distrito Federal possuem uma grade curricular sequencial com aulas de 50 minutos, o que dificulta o desenvolvimento de projetos. Neste caso, é viável que os projetos aconteçam no turno contrário ao da aula, com maior flexibilidade de horário. É possível que se faça a integração entre conteúdos de várias áreas do conhecimento, bem como entre diversas mídias (computador, televisão, livros) disponíveis na escola.

Esta estratégia de ensino possibilita ao professor dispensar atenção especial às diferenças individuais dos alunos, como é o caso dos estudantes surdos, que requerem atendimento educacional especializado. Um projeto desenvolvido para atender as necessidades relacionadas com a vivência desse grupo permitiria, certamente, uma ampliação significativa do seu universo de aprendizagem. Essa dissertação tem como proposição viabilizar projetos interdisciplinares, usando modelos qualitativos, para estudantes surdos e ouvintes nas escolas de ensino

médio, pois dessa maneira, é possível atender às especificidades de cada grupo e promover a interação necessária ao desenvolvimento acadêmico dos alunos.

Conforme Laburú e Carvalho (2001) quando se adotam estratégias variadas para o ensino abrem-se espaços nos quais se promovem a generalização de idéias criativas, objetivando estimular o pensamento, o diálogo, a imaginação, a linguagem (escrita, falada, expressivo-corporal). A escolha de várias estratégias estimula mais os estudantes, e como consequência, promovem com maior certeza a competência do aprendiz.

Nesse sentido, apresenta-se a proposta de Fernández (1990) sobre o conceito de 'modalidade de aprendizagem', a qual pode ser importante no reconhecimento da singularidade e na criação de elementos e propostas mediadoras. Nessa perspectiva, será possível perceber as necessidades do aluno surdo e viabilizar materiais didáticos apropriados e situações nas quais poderiam ser utilizados de forma a atingir uma aprendizagem significativa.

A comunidade surda requer especial atenção no uso de recursos visuais a serem aplicados no seu processo de ensino e aprendizagem. Existem alguns materiais didáticos voltados para o ensino de português para surdos, como, DVDs, CDs, dicionários, *software*, jogos pedagógicos, livros de literatura infantil, entre outros. Na área de ensino de ciências há pesquisadores interessados na produção de instrumentos didático-pedagógicos e tecnológicos apropriados para a construção de conceitos científicos adaptados à situação de não-oralidade em sala de aula. Nesse sentido, ressalta-se o recurso didático produzido por Feltrini (2009), um DVD bilíngue baseado no uso de modelos qualitativos, capaz de dar esse suporte a professores e alunos com vistas a reduzir as dificuldades encontradas pelos estudantes surdos. Este é um trabalho inédito que será descrito em seção posterior.

## **1.5 A modalidade visual na aprendizagem dos surdos**

Uma série de estudos demonstrou que os surdos têm uma melhor capacidade visual em relação aos ouvintes, pois são mais dependentes do estímulo visual (MARSCHARK *et al.*, 2005; NEVILLE e LAWSON, 1987).

É comum dizer que na ausência de um sentido, a natureza trata de desenvolver mais os sentidos restantes. Este fato foi comprovado por pesquisas recentes, mostrando que existe um mecanismo de competição que atua não somente na mesma modalidade de sentidos, como também, em modalidades diferentes, como a acústica e a visual (BAVELIER *et al*, 2001, *apud* MARSCHARK, 2005; NEVILLE, 1990).

Existem regiões do cérebro que recebem projeções de estímulos acústicos e visuais conjuntamente. Após o nascimento, durante o período de maturação cerebral, as regiões que são estimuladas desenvolvem-se, enquanto aquelas que não receberam estímulos atrofiam-se, devido ao fato deste mecanismo de competição, ou seja, os nervos visuais se desenvolvem melhor quando ocorrem disfunções dos nervos auditivos (FROST, 1990 *apud* RODRIGUES, 1993).

Investigadores norte-americanos constataram que a visão periférica dos surdos é mais desenvolvida do que a dos ouvintes e isso aparentemente está relacionado com a organização neural durante seu desenvolvimento. Neville (1990) descreveu estes experimentos realizados com surdos e ouvintes e comprovou que as reações aos estímulos visuais para ambos é a mesma para o campo visual central, porém, para os estímulos realizados na periferia do campo visual, os surdos apresentaram respostas bem mais precisas, demonstrando ser esta a sua maior habilidade. Os mesmos experimentos foram realizados com ouvintes filhos de pais surdos, que tiveram contato com a língua de sinais desde a sua infância, porém, apresentaram os mesmos resultados dos sujeitos ouvintes. Logo, “a maior habilidade para utilizar os estímulos visuais observada nos surdos não decorre do treino em língua de sinais, mas sim da competição entre vias neuronais, muito precoces no desenvolvimento do cérebro humano” (NEVILLE, 1985 *apud* RODRIGUES, 1993). Assim, Rodrigues (1993) conclui dizendo que “a natureza compensa a perda da audição aumentando a capacidade visual do surdo”.

Com base na modalidade visual, pesquisadores e especialistas em educação de surdos sugerem a adoção em sala de aula de métodos pedagógicos e materiais didáticos que dependem de apoio visual, a chamada ‘pedagogia visual’ (CAMPELLO, 2007).

Este ainda é um campo de pesquisa muito restrito, com pouca produção na área dos surdos, porém, a demanda da sociedade tem pressionado a educação

formal a modificar ou a propor novos métodos que favoreçam essa pedagogia. Esses métodos certamente beneficiariam tanto estudantes surdos como ouvintes.

Campello (2007) demonstrou uma técnica denominada 'semiótica imagética', definida por ela como "parte da semiótica geral ou uma ciência geral dos signos, um dos sistemas de significação". É um processo de conhecimento e da aquisição da cultura surda através de imagens, que consiste em transportar qualquer imagem ou signos em desenhos ou figuras em língua de sinais. Com características visoespaciais, a LSB inscreve-se no lugar da visualidade e encontra na imagem uma grande aliada junto às propostas educacionais e às práticas sociais.

No entanto, esses métodos não são considerados maneiras triviais de se trabalhar. Logo, os estudantes surdos têm que compartilhar sua atenção (e também sua capacidade visual) entre vários elementos ambientais, como o professor, os recursos didáticos utilizados, bem como a pessoa que está interpretando a informação em língua de sinais. Além disso, estudantes surdos e ouvintes necessitam melhorar sua capacidade de leitura, e os textos utilizados em sala de aula requerem um domínio da linguagem escrita. Atividades educacionais que combinem informações diagramáticas e escritas são de grande importância para todos os alunos, especialmente para o desenvolvimento dos alunos surdos.

A condição multicultural da comunidade surda em contexto educacional constitui objeto de grande interesse para a pesquisa científica, e abre perspectivas de aplicação dos resultados de pesquisas em diferentes campos teóricos, no desenvolvimento de instrumentos didático-pedagógicos e de tecnologias educacionais voltados para o ensino de todas as disciplinas curriculares, em face da necessidade de forte apoio visual e da ênfase na modalidade escrita da língua oral (FERREIRA-BRITO, 1995; SALLES *et al.*, 2002). A combinação da informação verbal e visual conduz ao melhor aprendizado e maior retenção do conteúdo do que em cada modalidade isolada.

Cada vez mais se observa a combinação de material visual com a escrita; vivemos, sem dúvida, numa sociedade cada vez mais visual. Representação e imagens não são meramente formas de expressão para divulgação de informação, ou representações naturais, mas são, acima de tudo, textos especialmente construídos que revelam as nossas relações com a sociedade e com o que a sociedade representa (KARWOSKI *et al.*, 2006, p. 131).

Para que seja proporcionado aos estudantes surdos um desenvolvimento cognitivo pleno rumo à aprendizagem de conceitos científicos de forma igualitária, torna-se essencial reorientar o ensino de ciências para que os pressupostos descritos neste capítulo sigam em direção a novas perspectivas da educação dos surdos.

Percebe-se, então, uma imensa lacuna na educação dos surdos: a necessidade de investigação de uma terminologia especializada em língua de sinais que atenda a diferentes componentes curriculares; a ausência de instrumentos didático-pedagógicos adaptados para a educação científica de surdos; o despreparo do professor regente que não passou por um processo de capacitação para enfrentar essa nova realidade de lidar com alunos surdos; e a falta de uma pedagogia visual apropriada são realidades que interferem enormemente no processo ensino e aprendizagem desse grupo.

Diante desse quadro, constata-se que é necessário investir em uma metodologia que satisfaça o desenvolvimento acadêmico de surdos. Sendo assim, esta dissertação visa investigar esses aspectos essenciais na educação dos surdos, os quais priorizam a língua de sinais como meio de instrução na escola, que tenha o professor como mediador do conhecimento trabalhando o conteúdo científico em sua totalidade e numa modalidade bilíngue, e que os recursos didáticos sejam apropriados às especificidades linguísticas e às habilidades visuais dos surdos, convergindo para uma pedagogia visual, que atenda à especificidade pedagógica desse grupo. Todos esses aspectos permitirão ao surdo maior envolvimento e interesse no processo de aquisição de conceitos, facilitando ao mesmo tempo, o crescimento na comunicação entre o estudante e o professor. Essa nova perspectiva pedagógica para o ensino de ciências para estudantes surdos será descrita na seção posterior.

## 2 UMA NOVA ABORDAGEM PEDAGÓGICA PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS A ESTUDANTES SURDOS

Modelos e simulações são importantes ferramentas para pesquisa. Definem-se modelos como sendo representações das propriedades do mundo que dão suporte ao raciocínio, mas que utilizam poucas informações; expressam relações de causa e efeito e, assim, contribuem para aumentar a compreensão de fenômenos. A distinção entre modelos estatísticos e modelos estruturais foi assim descrita por Bossel (1986), *apud* Bredeweg *et al.* (2006b), “modelos estatísticos geralmente não capturam o conhecimento estrutural disponível, e seus parâmetros não possuem contrapartida ao sistema real, enquanto que os modelos estruturais, são ferramentas para descrever a estrutura dos sistema o mais próximo possível dos sistemas reais”.

Os modelos baseados em raciocínio qualitativo (RQ) são modelos estruturais adequados para auxiliar a compreensão do comportamento dos sistemas. Tais modelos possuem características importantes que possibilitam sua utilização como recurso didático capaz de dar suporte a professores e alunos surdos na construção de conceitos científicos. Algumas dessas características serão citadas abaixo.

### 2.1 O Raciocínio Qualitativo

Modelos qualitativos são construídos a partir de técnicas oriundas de uma área da Inteligência Artificial (IA) conhecida por Raciocínio Qualitativo (RQ), as quais têm sido usadas com sucesso em diversos países para fins educacionais, científicos e industriais (BREDEWEG e STRUSS, 2003). Essas técnicas favorecem a compreensão à medida que lidam com conhecimento conceitual, e apresentam as características do sistema estudado com uma linguagem bastante acessível. Além do mais, permitem descrever a estrutura e os elementos de um sistema o mais próximo possível dos sistemas reais e fazer previsões comportamentais baseadas na estrutura do sistema sem informação numérica (BREDEWEG *et al.*, 2006b).

Desse modo, essas técnicas desenvolvidas em raciocínio qualitativo permitem construir modelos fáceis de entender, operar e modificar, que produzem resultados

compreensíveis tanto para especialistas como para não-especialistas (SALLES e BREDEWEG, 2005). Os modelos abordam um conjunto de conceitos relevantes que aumentam o entendimento de sistemas complexos fundamentais para a aprendizagem e também, oferecem um rico vocabulário que pode ser utilizado para descrever objetos, relações de causalidade e mecanismos de mudança.

A abordagem escolhida para realizar o trabalho de modelagem é a Teoria Qualitativa dos Processos (TQP), proposta por Forbus (1984), segundo a qual o mundo é modelado com base em *objetos* físicos, cujas propriedades contínuas são descritas por *quantidades*. Nessa abordagem, são estabelecidas definições estruturais de como quantidades e processos interagem, nas quais, os processos, que são representados por *influências* diretas, descrevem os mecanismos que causam mudanças no sistema. Essas relações causais são explicitadas por *influências diretas* ( $I+$  e  $I-$ ) e *proporcionalidades qualitativas* ( $P+$  e  $P-$ ). As *influências diretas*, ou simplesmente *influências*, são introduzidas por processos e provocam as mudanças iniciais no sistema. As *proporcionalidades qualitativas* ou *influências indiretas* são usadas para representar a propagação de mudanças dentro do sistema, e expressam funções monotônicas (muitas vezes desconhecidas) entre duas variáveis. *Influências diretas* e *proporcionalidades* representam as relações causais e matemáticas entre as variáveis do sistema a ser modelado, e podem ser usadas para construir equações (qualitativas) nos modelos qualitativos. No raciocínio qualitativo a representação do tempo é intimamente mesclada com a representação de mudanças nos *valores qualitativos* nas variáveis. As mudanças nos *valores quantitativos* representam a passagem do tempo. Um valor de quantidade é representado como o par  $\langle \text{Magnitude}, \text{Derivada} \rangle$ . A *magnitude* representa a quantidade de uma “coisa” e a *derivada* representa a direção da mudança do valor dessa “coisa”. Os valores que a *magnitude* pode ter são representados no *Espaço Quantitativo (EQ)*. Valores para a *derivada* também são representados por um *espaço quantitativo*, ou seja,  $EQ = \{min, zero, plus\}$ , cujo significado é que a *magnitude* pode ser decrescente, estável e crescente (BREDEWEG *et al.*, 2006b).

O simulador utilizado para construir os modelos qualitativos foi o Garp3 (BREDEWEG, 1992; BREDEWEG *et al.*, 2006), implementado em SWI-Prolog<sup>14</sup>,

---

<sup>14</sup> <http://www.swi-prolog.org/>

disponível gratuitamente na internet<sup>15</sup>. O Garp3 é uma ferramenta de simulação qualitativa que permite implementar características importantes do raciocínio qualitativo. Apresenta um ambiente de construção de modelos que oferece espaços de trabalho para a criação dos elementos dos modelos, que por sua vez, podem ser reunidos em construtos mais complexos. Esses elementos são: as *entidades*, que representam os objetos físicos ou os conceitos envolvidos no sistema; os *agentes*, que representam influências externas impostas sobre o sistema; os *atributos*, que definem propriedades estáticas das *entidades*; as *configurações*, que modelam como as *entidades* são fisicamente relacionadas uma com a outra; as *quantidades*, que representam as propriedades que podem ser alteradas das *entidades*; e os *espaços quantitativos*, que representam os valores que as *quantidades* podem ter.

O simulador qualitativo trabalha com dois construtos, os *cenários* e *biblioteca de fragmentos de modelos (Fm)*. Os *cenários* especificam situações para o simulador iniciar uma predição de comportamento do sistema. Os *fragmentos de modelo* definem aspectos comportamentais para uma ou mais *entidades*, capturam o conhecimento sobre a estrutura e o comportamento parcial do sistema e são reunidos para formar os *estados* que descrevem um comportamento. A saída do simulador qualitativo é um *grafo de estado*, o qual descreve todas as possibilidades de um sistema. Cada *estado* corresponde a um comportamento único que o simulador pode mostrar (GODDIJN *et al.*, 2003 *apud* SALLES *et al.*, 2005).

A modelagem qualitativa está em constante ascensão e novos estudos têm surgido nessa área. O Garp3 utilizado nesta pesquisa está sendo modificado e baseado nele surgiu um novo *software*, o DynaLearn<sup>16</sup> ([www.dynalearn.eu](http://www.dynalearn.eu)).

O Projeto *DynaLearn – Engaging and informed tools for learning conceptual system*, produziu um *software* que combina três abordagens tecnológicas já testadas mas nunca antes combinadas, e aproveita novas possibilidades que emergem dessa combinação. Essas abordagens tecnológicas são: a modelagem conceitual baseada em raciocínio qualitativo; o uso de mapeamento de ontologias para definir e classificar os conhecimentos representados nos modelos qualitativos; e o uso de agentes virtuais, personagens que aparecem na tela do *software* e que interagem, de maneira lúdica, com os estudantes.

---

<sup>15</sup> <http://hcs.science.uva.nl/QRM/>

<sup>16</sup> Projeto FUB/Comissão das Comunidades Europeias processo nº 231526.

A modelagem conceitual baseada em raciocínio qualitativo possui seis níveis de dificuldade (learning space). Os primeiros níveis (learning space 1, 2 e 3) são muito simples e os alunos aprenderão rapidamente a usá-los; o nível 4 é mais complicado apenas pela noção de processo; e os demais (5 e 6) são bem mais avançados.

A abordagem pedagógica adotada pelo projeto DynaLearn é embasada nos seguintes pontos:

a) currículo focado em competências e habilidades, como a aquisição de vocabulário, compreensão de conceitos científicos, aplicação de conhecimentos para a solução de problemas, tomada de decisões, capacidade de argumentação, e estímulo à capacidade de formular propostas voltadas para a sustentabilidade e para o desenvolvimento humano;

b) currículos abertos nos quais temas de ciências ambientais são organizados como uma rede de tópicos que pode ser navegada via diferentes rotas. Os tópicos podem ser organizados segundo interesses e necessidades do estudante;

c) tarefas educacionais baseadas em projetos, de modo a contribuir para que sejam desenvolvidas no estudante habilidades de buscar os recursos pedagógicos necessários e organizar seus próprios estudos;

d) fornecimento de meios para a construção de conhecimentos por meio de estudos contextualizados e acompanhados por materiais didáticos interdisciplinares;

e) cursos baseados em modelos, composto por atividades de exploração de modelos prontos e de construção de modelos, nos quais possam ser combinados fragmentos de outros modelos existentes ou iniciados pela definição de temas, planejamento, etc., sem o concurso de outros modelos.

O *software* está sendo testado e ajustado durante o desenvolvimento do Projeto DynaLearn em estudos de caso, realizados no Brasil, na Áustria, na Inglaterra, em Israel e na Bulgária. As avaliações estão organizadas em etapas e os resultados permitirão os ajustes finais no *software* e o aperfeiçoamento dos modelos, que complementarão os modelos menos avançados no repositório.

## 2.2 Modelos qualitativos aplicados à educação científica de surdos

Para se introduzir os modelos qualitativos na educação de surdos é necessária a observância de alguns aspectos imprescindíveis: a) deve-se propiciar um ambiente linguístico adequado ao processo de ensino e aprendizagem, no qual se tenha a LSB como primeira língua e a língua portuguesa escrita como segunda língua, ou seja, um ambiente bilíngue onde haja fluidez na comunicação; b) atribuir a devida importância ao uso de materiais didáticos visualmente adaptados que permitam um maior envolvimento e interesse dos surdos no processo de aquisição de conhecimentos; c) estratégias de ensino nas quais o aluno surdo possa selecionar informações significativas, tomar decisões, trabalhar em grupo, gerenciar confronto de idéias, enfim, desenvolver competências interpessoais para aprender de forma colaborativa com seus pares novos conceitos científicos.

Os modelos qualitativos são aplicáveis no âmbito educacional a estudantes surdos, pois satisfazem os aspectos essenciais ao desenvolvimento cognitivo desse grupo, conforme resultados demonstrados em Salles *et al.* (2004 e 2005). Este instrumento didático proporciona a integração plena do surdo, pois se adapta à sua especificidade à medida que possui um potencial pedagógico para adoção de uma abordagem bilíngue atuando como mediador do conhecimento, proporcionando o compartilhamento dos significados entre professor e aluno, favorecendo a formação de conceitos científicos e a criação de novos sinais em LSB. Além disso, a interface gráfica apresentada pelos modelos qualitativos contempla a pedagogia visual primordial à educação dos surdos, visto que possibilita maior eficácia na recepção e compreensão dos temas abordados.

Além do mais, com os modelos é possível abordar temas interessantes que despertam a atenção dos alunos, atingindo, dessa forma, objetivos educacionais de maior carga cognitiva, como por exemplo, aplicações em diferentes contextos de conhecimentos adquiridos a partir do entendimento de um sistema; formulação de idéias e construção de argumentos; facilitam a busca de meios para solucionar problemas e, assim, amadurecem o processo de tomada de decisão (SALLES e BREDEWEG, 2005).

O desenvolvimento de todas essas habilidades vai ao encontro dos objetivos da educação para a cidadania, na qual a função principal é “preparar cidadãos para

tomarem decisões significativas em ciência e tecnologia, que possam contribuir para uma sociedade melhor” (SANTOS e SCHNETZLER, 1998). Sendo assim, a inclusão dos modelos qualitativos como instrumento didático no ensino de ciências proporcionará ao aluno surdo uma nova maneira de interagir com o mundo à sua volta, sendo mais participativo e atuante.

## 2.3 Estudos anteriores relacionados ao Raciocínio Qualitativo

Essa abordagem tem sido aplicada a diversos problemas, como por exemplo, o bem fundamentado trabalho de modelagem qualitativa baseada em processos relacionados ao funcionamento da pilha galvânica em Eletroquímica que, embora, destinado à educação de surdos, não chegou a ser apresentado a estudantes até o presente momento (CORREIA, 2003).

Uma pesquisa voltada para o estudo de caso da bacia hidrográfica do Rio Monteiro, localizado no Distrito Federal, na qual os resultados evidenciaram o potencial dos modelos qualitativos para dar suporte à geração de explicações e predições sobre o comportamento da água, além de permitir ao modelador aprofundar o conhecimento do sistema e de seu comportamento (ARAÚJO, 2005).

Outro trabalho relacionado à complexa interação entre populações, denominado ‘a horta das formigas’ (SALLES *et al.*, 2005); e um modelo qualitativo na recuperação de ecossistemas de fluxos (SALLES *et al.*, 2003).

Um estudo de caso realizado em 2006 sobre a bacia do Riacho Fundo em Brasília (DF), no qual foi construído um complexo modelo abordando diferentes aspectos sobre a utilização da bacia e grandes alterações na área (SALLES *et al.*, 2006, 2007b). Em 2007, esse modelo foi avaliado por especialistas em hidrologia, gestores de recursos hídricos e professores de ensino médio, que consideraram o modelo muito útil para fins educativos, sendo acessível para alunos do ensino médio (BREDEWEG *et al.*, 2006b).

Zitek *et al.* (2009) apresenta um trabalho no qual alunos de mestrado e especialistas em gestão ambiental avaliaram o potencial dos modelos de raciocínio qualitativo como contribuição para o desenvolvimento sustentável e gestão de uma bacia hidrográfica. Ambas as avaliações renderam um *feedback* positivo sobre a

abordagem do raciocínio qualitativo para representar problemas ambientais, como também permitiram aos alunos interagirem e aprenderem com o sistema favorecendo a tomada de decisões.

O uso de modelos qualitativos como recurso didático foi investigado por pesquisadores do “Projeto Português como Segunda Língua na Educação Científica de Surdos”, desenvolvido por pesquisadores e estudantes dos cursos de Mestrado e Doutorado em Linguística e do Mestrado em Ensino de Ciências da Universidade de Brasília, em colaboração com professores e alunos de escolas públicas do Distrito Federal<sup>17</sup>.

Nesse contexto, artigo de Salles *et al.* (2004) relatam experiência realizada com oito estudantes surdos que foram expostos a três modelos qualitativos organizados gradualmente em níveis de complexidade. Os resultados mostraram que os alunos foram bem consistentes na habilidade de reconhecer entidades e processos, construir cadeias causais e aplicá-las em determinadas situações e escrever uma redação sobre um acidente ecológico, usando linguagem pertinente aos processos físicos e sociais. Esses resultados confirmam a importância da representação espacial e em forma de diagramas utilizadas nos modelos, fatores muito atrativos para alunos surdos, devido às suas habilidades visuais.

Posteriormente, Salles *et al.* (2005), em experimento realizado com surdos em contexto de educação formal, demonstraram que o uso de modelos qualitativos teve efeito positivo no aprendizado de conceitos em ciências e biologia e no desenvolvimento de raciocínio inferencial. O objetivo desse experimento foi investigar e testar a utilização de modelos qualitativos no ensino de conceitos científicos, em especial, explorar a representação de causalidade expressa nesses modelos. A análise foi formulada por meio de dois aspectos: relevância e complexidade textual.

A noção de relevância, definida por Sperber e Wilson (1995) considera informação relevante a informação que modifica e melhora a representação global do mundo. A modificação é obtida por meio do acionamento do dispositivo dedutivo humano, que leva em consideração propriedades semânticas que estão refletidas sob a forma de pressupostos; se a informação é relevante, o dispositivo dedutivo

---

<sup>17</sup> Projeto ‘Português como Segunda Língua na Educação Científica de Surdos’, financiado pelo Ministério da Educação (MEC/CAPES/PROESP, processo no 1523/2003), descrito em Salles *et al.* (2006).

humano gera somente conclusões não-triviais. Nas conclusões triviais o conteúdo dos pressupostos não é afetado (exceto pela adição de material arbitrário), enquanto as conclusões não-triviais são interpretativas, no sentido de que as formulações explicam ou analisam o conteúdo da informação recebida.

Em relação à complexidade textual, Salles *et al.* (2005) consideraram a sintaxe de coordenação e subordinação (uso de conjunções coordenativas: aditivas /adversativas, de operadores lógicos na representação da causalidade: se... então; conjunções causais: como..., então; porque); e recursos morfossintáticos (uso de tempos verbais para definir o ponto inicial do fluxo causal). Os resultados desse experimento mostraram que os alunos reduziram o número de conclusões triviais e fizeram textos mais elaborados melhorando o desempenho na construção de textos em português como segunda língua.

O estudo de Salles *et al.* (2007a) demonstrou que a abordagem qualitativa em atividades escolares contribui para o aprendizado e para tornar os textos de alunos surdos mais complexos, ricos em recursos linguísticos e com menor quantidade de conclusões triviais.

A dissertação de Feltrini (2009), do Programa de Pós-Graduação no Ensino de Ciências da Universidade de Brasília, é de importância fundamental para a pesquisa descrita nesta dissertação. Em trabalho que contou com a participação de outros pesquisadores, inclusive da autora desta dissertação, Feltrini investigou os requisitos para que modelos baseados em raciocínio qualitativo pudessem ser usados como ferramenta para a aquisição de conceitos científicos, o desenvolvimento do raciocínio inferencial e o aperfeiçoamento de competências linguísticas de estudantes surdos.

Um dos produtos desse trabalho é material didático constituído de um glossário de termos técnico-científicos e de elementos de modelagem qualitativa em LSB e a explicação sobre como construir e utilizar modelos qualitativos, tudo apresentado em LSB/Português oral/Português escrito, registrado em um DVD intitulado “O uso de modelos qualitativos na educação científica de estudantes surdos e ouvintes”.

Esse material oferece condições adequadas para a formação de conceitos científicos, compreensão de sistemas complexos e para o desenvolvimento do raciocínio lógico de estudantes surdos no processo de educação científica. Um resumo desse trabalho (SALLES *et al.*, 2009) foi apresentado na 14ª Conferência

Internacional em Inteligência Artificial na Educação, realizada em Brighton, Inglaterra.

Todos esses trabalhos demonstram o potencial do uso de modelos qualitativos como recurso didático para a educação de estudantes surdos. Logo, vê-se que é oportuno comprovar a hipótese de que o uso de modelos qualitativos é eficaz em contextos educacionais, e sua utilização como instrumento pedagógico no ensino para surdos facilita o entendimento de conceitos e de processos biológicos.

### 3 METODOLOGIA

A realidade da educação dos surdos suscitou momentos de reflexão que despertaram para mudanças nas práticas pedagógicas. É preciso relacionar as experiências anteriores no ensino para surdos com as novas possibilidades do momento, assumindo uma postura reflexiva e investigativa da ação pedagógica rumo a um caminho de reconstrução e reformulação da mesma.

Nesse sentido, Miranda (2000), citada por André (2001), afirma que “é preciso valorizar a ação do professor como caminho para sua autonomia e emancipação, para que este possa melhorar a prática, combater as desigualdades e a exclusão”. Esta é a postura do professor-pesquisador, aquele que reflete sua própria prática, sobre as transformações causadas em sua sala de aula a partir de suas atividades (MALDANER, 1994).

No decorrer dos meus vinte e três anos de carreira como professora, quinze foram dedicados ao trabalho com alunos surdos. Diversas foram e continuam sendo as dificuldades enfrentadas para se conseguir oportunizar a estes alunos a mínima qualidade de ensino desejada, ou seja, o necessário para que sejam incluídos pedagógica e socialmente de forma igualitária na comunidade ouvinte, afastando-os do preconceito visível em todos os momentos. Diante desse quadro, percebi que não bastava criticar o modelo atual de educação, pois isto não solucionaria nenhum problema. Seria preciso agir, investindo em novas metodologias de ensino com enfoque numa educação bilíngue e materiais didáticos visualmente adaptados para se alcançar uma melhor qualidade de ensino para os estudantes surdos.

No papel de professor-pesquisador, as ações metodológicas propostas nessa pesquisa surgiram da necessidade de se avaliar os novos instrumentos didáticos produzidos baseados em RQ com intuito de suprir as necessidades educacionais dos surdos, como também de expor a outros professores essas ferramentas obtendo deles uma devolutiva quanto ao seu uso em sala de aula.

Para realizar a avaliação do uso de modelos qualitativos no ensino de ciências, foram realizadas três atividades principais: o desenvolvimento de projetos educacionais com alunos surdos e ouvintes, que serviu para a realização de um estudo experimental, a realização de um curso com professores que atuam na

educação básica, que permitiu ao pesquisador coletar informações qualitativas, e um minicurso com alunos surdos utilizando o novo *software* – Dynalearn.

Para desenvolver um projeto educacional abordando modelos qualitativos em turmas de estudantes surdos e ouvintes, foram utilizados: material didático-tecnológico produzido por Feltrini (2009), o DVD instrucional bilíngue, e outros modelos desenvolvidos por outros autores. Durante a realização do projeto dados foram coletados com vistas a verificar se habilidades como, capacidade de argumentação, de gerar explicações, de fazer previsões, de compreender fenômenos naturais e de tomada de decisões são observáveis nos alunos.

Para se ter mais acesso a informações advindas de professores optou-se, também, por divulgar o material didático bilíngue baseado em modelos qualitativos a professores, com vistas a obter o retorno da aplicação dessa ferramenta didática em sala de aula no ensino de ciências e outras disciplinas.

Para avaliar o uso do novo *software* educacional – Dynalearn ministrou-se um curso para alunos surdos do ensino médio, com o objetivo de coletar as opiniões e as impressões destes alunos em relação a essa nova versão do Garp3.

O primeiro instrumento de coleta de informações, o estudo experimental, foi uma abordagem metodológica definida como pesquisa quantitativa, que segundo Moreira (2003), é aquela que “procura estudar fenômenos de interesse através de estudos experimentais ou correlacionais caracterizados por medições objetivas e análises quantitativas”. No entanto, mesmo sendo denominada pesquisa quantitativa, não foram descartadas as informações relativas às percepções e reflexões dos participantes dos grupos estudados para avançar numa interpretação mais ampla da mesma, aproximando-se, dessa forma, às características qualitativas importantes. Triviños (1990) explica que “toda pesquisa pode ser, ao mesmo tempo, quantitativa e qualitativa”, depende da experiência do pesquisador em aproveitar ao máximo todos os dados. Sendo assim, foram coletados dados importantes a partir de questionários de avaliação aplicados aos alunos.

O segundo instrumento de coleta de dados partiu de um curso ministrado a professores da rede pública de ensino do DF. Buscou-se conduzir momentos de reflexão no grupo de professores sobre suas práticas pedagógicas e sobre as dificuldades enfrentadas pelos alunos, surdos e ouvintes, no aprendizado de conceitos científicos, e quais as transformações causadas em sala de aula a partir dos seus métodos e estratégias de ensino. Diante dessa discussão, apresentou-se

um material didático baseado em raciocínio qualitativo, como suporte para o ensino de ciências, o qual foi aplicado pelos professores em sua sala de aula. A partir dessa ação obteve-se uma devolutiva dos professores por meio de respostas ao questionário de avaliação.

O terceiro instrumento de coleta de dados decorreu de um minicurso para quatro alunas surdas do ensino médio, no qual se buscou apresentar e avaliar modelos baseados em raciocínio qualitativo utilizando-se o novo *software* DynaLearn (uma versão modificada do *software* utilizado nesta pesquisa – o Garp3). Durante esse minicurso, as alunas puderam manipular o programa no computador e implementar vários modelos. Ao final aplicou-se um questionário de avaliação.

A seguir serão descritos os procedimentos quanto à organização dos grupos de pesquisa e os métodos utilizados para a coleta de dados.

### **3.1 Coleta de dados do estudo experimental**

Escolheu-se utilizar o delineamento experimental de pesquisa que, conforme Campbell e Stanley (1979), citados por Moreira (2003), é aquele no qual se trabalha com dois grupos (controle e experimental) e os sujeitos da pesquisa são designados aleatoriamente a cada um deles. No entanto, na pesquisa descrita neste trabalho, os participantes escolhidos para comporem os grupos são voluntários. Contudo, para assegurar que não há vieses iniciais entre os grupos e que ambos são equivalentes, aplicou-se um pré-teste aos dois grupos, para que, legitimamente se pudessem generalizar as conclusões tiradas da experiência (LAVILLE e DIONNE, 1999). Vale ressaltar que todos os estudantes, surdos e ouvintes, tiveram a chance de comporem os grupos, livres e esclarecidos quanto ao objetivo do trabalho a ser desenvolvido.

Os dados foram coletados em três escolas vinculadas à Secretaria de Estado de Educação do Distrito Federal (SEE/DF): Centro Educacional 06 de Taguatinga (CED06), Centro de Ensino Médio Elefante Branco de Brasília (CEMEB) e Centro de Ensino Médio 02 de Ceilândia (CEM02). Todas elas atendem alunos do 1º, 2º e 3º anos do ensino médio e possuem salas de Atendimento Educacional Especializado (AEE) para surdos e portadores de outras necessidades especiais. Todos os

estudantes surdos estudam em classes inclusivas e são acompanhados por intérpretes de língua de sinais que dão o apoio linguístico em todas as disciplinas.

As amostras foram organizadas em quatro grupos de 30 alunos cada, sendo dois grupos de estudantes surdos e dois grupos de estudantes ouvintes, todos pertencentes indefinidamente às três séries do ensino médio. Estes dois pares de grupos foram analisados separadamente, ou seja, estudantes surdos foram analisados entre si e o mesmo ocorreu com os estudantes ouvintes. Vale ressaltar que o objetivo desse experimento não é comparar o desempenho entre estudantes surdos e ouvintes, visto que, conforme explicitado em capítulo anterior, os surdos possuem especificidades que devem ser respeitadas

Para melhor caracterização dos grupos estudados, os mesmos receberam as seguintes denominações: Surdo Controle (SC), Surdo Experimental (SE), Ouvinte Controle (OC) e Ouvinte experimental (OE).

Os grupos experimentais (SE e OE) foram submetidos à intervenção controlada ou tratamento dado pelo pesquisador (LAVILLE e DIONNE, 1999), ou seja, participaram de um projeto intitulado: “Modelos Qualitativos: uma nova maneira de aprender biologia”, idealizado para ser desenvolvido nos grupos de alunos surdos e ouvintes. Já os grupos controle (SC e OC) não foram submetidos a nenhuma intervenção ou tratamento prolongado, mas passaram pelas mesmas avaliações do grupo experimental, o que resultou em análises comparativas dos dados coletados.

Na primeira semana de agosto de 2009 foi feita a divulgação da aula inaugural do projeto aos alunos surdos e ouvintes das três séries do ensino médio do CED06. Nesta aula, foram apresentados os objetivos do projeto; cronograma; noções de Raciocínio Qualitativo e Modelos Qualitativos; e a parte inicial do DVD interativo. Este procedimento foi usado como forma de incentivar e estimular os alunos a participarem do projeto. Após essa explanação, abriu-se 30 vagas para os alunos ouvintes e 30 para os alunos surdos interessados em participar do curso.

Houve grande interesse no projeto, no entanto, foi necessário estabelecer um limite devido ao espaço físico disponível não ser suficientemente grande. Formou-se, então, uma turma com 30 alunos ouvintes que compuseram o grupo experimental (OE) e os demais alunos interessados, que não puderam participar do projeto neste primeiro momento, concordaram em compor o grupo controle desta pesquisa, formando outra amostra de 30 alunos ouvintes (OC).

Dos 39 alunos surdos que estudavam nesta escola, 20 deles se inscreveram para participar do projeto, ou seja, compuseram o grupo experimental de surdos (SE) e 15 concordaram em participar apenas do grupo controle (SC), por não terem disponibilidade em frequentar o turno vespertino, no qual seria oferecido o curso.

Na primeira semana de setembro de 2009, a divulgação do projeto também foi feita aos 25 alunos surdos (distribuídos nas três séries) do CEM02, dentre os quais, 10 se interessaram em participar do mesmo, compondo, assim, mais uma parcela do grupo experimental (SE). Não houve a divulgação para os ouvintes, porque os grupos experimental e controle já possuíam um número que satisfazia a proposta desta pesquisa.

No CEMEB, após uma breve explanação sobre o projeto e a importância do DVD instrucional no ensino de ciências, os alunos foram convidados a participarem da pesquisa apenas como grupo controle (SC). Dos 55 alunos surdos desta instituição, 15 alunos concordaram em participar da pesquisa. Não foi desenvolvido o projeto neste estabelecimento porque o grupo experimental já possuía um número suficiente de alunos, conforme a proposta deste trabalho.

E assim ficaram definidos os quatro grupos de pesquisa:

1. Surdo Experimental (SE): 20 alunos do CED06 + 10 alunos do CEM02;
2. Surdo Controle (SC): 15 alunos do CED06 + 15 alunos do CEMEB;
3. Ouvinte Experimental (OE): 30 alunos do CED06; e
4. Ouvinte Controle (OC): 30 alunos do CED06.

Para melhor direcionar os resultados rumo aos objetivos desta pesquisa, organizaram-se os grupos sob a forma de dois arranjos experimentais:

- Arranjo 1 – Surdos
  1. Surdo controle x surdo experimental: **pré**-teste x **pré**-teste
  2. Surdo controle: **pré**-teste x **pós**-teste
  3. Surdo experimental: **pré**-teste x **pós**-teste
  4. Surdo controle x surdo experimental: **pós**-teste x **pós**-teste
- Arranjo 2 – Ouvintes
  1. Ouvinte controle x ouvinte experimental: **pré**-teste x **pré**-teste
  2. Ouvinte controle: **pré**-teste x **pós**-teste
  3. Ouvinte experimental: **pré**-teste x **pós**-teste
  4. Ouvinte controle x ouvinte experimental: **pós**-teste x **pós**-teste

Organizados dessa forma, os dados numéricos coletados foram analisados por meio da estatística experimental. Vale lembrar que não houve comparação entre surdos e ouvintes.

As amostras de alunos que compõem os quatro grupos são vistas como representações de todo o conjunto de alunos. Desse modo, as amostras foram submetidas a testes de hipóteses com o objetivo de verificar se haviam diferenças significativas entre os grupos e se estas diferenças sustentavam a hipótese de uma relação com o uso do tratamento experimental.

Nessa perspectiva, dois tipos de hipótese foram formuladas segundo as definições de Siegel (1977): a hipótese nula ( $H_0$ ), a qual usualmente é criada com o exposto propósito de ser rejeitada e prediz que não haverá diferenças entre os grupos pesquisados; e a hipótese alternativa ( $H_1$ ), que é a definição da hipótese de pesquisa, ou seja, os grupos experimentais que tivessem acesso ao material didático proposto assimilariam melhor o conteúdo. Esta, geralmente, é a predição deduzida da teoria que está sendo comprovada.

Assim tem-se:

Hipótese nula  $H_0: \mu_1 = \mu_2$

Hipótese alternativa  $H_1: \mu_1 \neq \mu_2$

onde  $\mu_1$  e  $\mu_2$  correspondem às médias obtidas nos testes aplicados aos grupos controle e experimental, como também às médias obtidas no pré e no pós-teste dentro do mesmo grupo.

A partir dessas definições, as hipóteses testadas no experimento (aplicáveis tanto aos grupos controle e experimental de surdos e de ouvintes) e a interpretação dos possíveis resultados podem ser sintetizadas como segue:

#### 1. Grupo controle x Grupo experimental: **pré-teste x pré-teste**

$H_0$ : não existem diferenças entre os dois grupos (controle e experimental), com base nos testes realizados no início da atividade de avaliação;

$H_1$ : existem diferenças entre os dois grupos.

Caso a  $H_0$  receba apoio dos dados coletados no pré-teste, pode-se dizer que ambas as amostras vêm da mesma população. Se a  $H_0$  for rejeitada em favor de  $H_1$ ,

o experimento ficaria comprometido, pois os dois grupos já apresentam, no início, diferenças que poderiam comprometer a análise dos resultados.

## 2. Grupo controle: **pré**-teste x **pós**-teste

$H_0$ : não existem diferenças entre os testes realizados no início e no final da atividade de avaliação realizada com o grupo controle;

$H_1$ : existem diferenças entre os testes realizados no início e no final da atividade de avaliação.

Caso a  $H_0$  receba apoio dos dados coletados no pré e no pós-teste, pode-se concluir que não houve aprendizagem de conceitos entre as duas atividades. Se a  $H_0$  for rejeitada em favor de  $H_1$ , poderia ter havido algum aprendizado de conceitos entre o pré e o pós-teste por motivos alheios ao tratamento experimental.

## 3. Grupo experimental: **pré**-teste x **pós**-teste

$H_0$ : não existem diferenças entre os testes realizados no início e no final da atividade de avaliação realizada com o grupo experimental;

$H_1$ : existem diferenças entre os testes realizados no início e no final da atividade de avaliação (pós-teste > pré-teste).

Caso a  $H_0$  receba apoio dos dados coletados no pré e no pós-teste, pode-se concluir que não houve aprendizagem de conceitos entre as duas atividades e, portanto o tratamento experimental não teve efeito. Se a  $H_0$  for rejeitada em favor de  $H_1$ , teria havido aprendizado de conceitos entre o pré e o pós-teste, e nada mais havendo a registrar, esse aprendizado pode ser atribuído ao tratamento experimental.

## 4. Grupo controle x Grupo experimental: **pós**-teste x **pós**-teste

$H_0$ : não existem diferenças entre os grupos controle e experimental com base nos testes realizados no final da atividade de avaliação;

$H_1$ : existem diferenças entre os grupos controle e experimental com base nos testes realizados no final da atividade de avaliação (Experimental > Controle).

Caso a  $H_0$  receba apoio dos dados coletados no pós-teste dos dois grupos, pode-se concluir que o tratamento não teve efeito sobre o grupo experimental. Se a  $H_0$  for rejeitada em favor de  $H_1$ , pode-se concluir que o tratamento teve efeito sobre o aprendizado de conceitos no grupo experimental.

Em seguida, estabeleceu-se o nível de significação ( $\alpha$ ) do teste, que segundo Siegel (1977) é a probabilidade de que uma prova estatística dê um valor que conduza à rejeição da hipótese de nulidade quando ela é, de fato, verdadeira. Este limite geralmente é atribuído em forma de porcentagem.

O nível de significância fixado para esta pesquisa foi de 5% (ou 0,05). Probabilidades maiores que esse valor ( $p > 0,05$ ) indicam que as diferenças não são significativas, ou seja, estatisticamente não há diferenças entre as amostras. Probabilidades iguais ou menores que 5% indicam a possibilidade de rejeição da hipótese de nulidade, ou seja, tal valor observado é considerado significativo. Por exemplo, se a experiência for repetida 100 vezes admite-se que a diferença observada pode ser falsa em cada cinco ocasiões. As probabilidades menores que 1% são ditas 'altamente significativas', ou seja, corre-se o risco de um a cada 100 ser falsa. (GLEGG, 1995).

Os testes relativos aos dados coletados nesta pesquisa foram realizados utilizando-se um programa de análises estatísticas denominado R, *software* disponível gratuitamente na *internet*<sup>18</sup>, com o qual se pode manipular dados, efetuar cálculos e visualizar gráficos.

A análise estatística consistiu em se efetuar inicialmente testes de normalidade com os dados. Segundo Johnson e Wichern (1998) alguns métodos de inferência estatística partem do pressuposto de que a qualidade das inferências feitas por estes métodos depende de quão próxima é a população em estudo da distribuição normal. A literatura sugere que, quando os parâmetros de normalidade das amostras não são satisfeitas, deve-se optar por uma prova estatística não-

---

<sup>18</sup> R statistical system: [HTTP://CRAN.R-project.org](http://CRAN.R-project.org)

paramétrica<sup>19</sup>. No entanto, alguns testes paramétricos<sup>20</sup> são robustos a desvios de normalidade, ou seja, mesmo não seguindo a distribuição normal, quando se tem amostras com 'n' grande, mostram-se satisfatórios, pois segundo Siegel (1977) o poder de uma prova estatística aumenta com o tamanho 'n' da amostra.

Para que se pudessem obter resultados ainda mais confiáveis, mesmo pondo à prova a normalidade das amostras, optou-se por aplicar as duas provas estatísticas, a paramétrica, utilizando-se o teste *t* de Student, e a não-paramétrica, utilizando-se a prova de Wilcoxon a partir do programa *R* para a realização das análises dos grupos. Estes testes apresentarão um valor *p* (probabilidade), que conforme o nível de significância estabelecido nesta pesquisa ( $\alpha = 0,05$ ) indicará a rejeição ou não da hipótese de nulidade.

Nessa pesquisa, dois tipos de desenho devem ser considerados: quando os grupos são independentes (por exemplo, controle e experimental) aplicam-se os testes 't de Student' (paramétrico) e 'Wilcoxon' (não-paramétrico), e quando os grupos são pareados, ou seja, o mesmo grupo de indivíduos é analisado duas vezes (antes e após o tratamento), usam-se os testes 't de Student pareado' e 'Wilcoxon pareado' (DIXON e MASSEY, 1969).

Para comparação das redações com relação às inferências produzidas pelo grupo controle e experimental foram realizados testes de Wilcoxon pareados. Os alunos que apresentaram respostas de difícil compreensão foram desconsiderados para essa análise. Para comparações entre as inferências do grupo experimental e controle, por apresentarem número de alunos distintos em função das respostas não compreendidas, foram escolhidos aleatoriamente os alunos no grupo experimental para ter equivalência com o grupo controle, condição para a aplicação do teste estatístico.

A seguir serão descritas as metodologias utilizadas para a coleta de dados nos grupos e, no próximo capítulo, serão apresentados os resultados obtidos conforme as especificidades de cada desenho à prova estatística correspondente.

---

<sup>19</sup> "Uma prova estatística não-paramétrica é uma prova cujo modelo não especifica condições sobre os parâmetros da população da qual se extraiu a amostra e não exigem mensurações tão fortes quanto às provas paramétricas" (SIEGEL, 1977).

<sup>20</sup> Segundo o mesmo autor, as provas paramétricas comportam uma diversidade de condições que devem ser satisfeitas que as tornam mais poderosas para rejeitar o *H<sub>0</sub>*, sendo a distribuição normal uma delas.

### 3.1.1 Surdo experimental (SE)

A coleta de informações neste grupo aconteceu durante o desenvolvimento do projeto: “Modelos Qualitativos: uma nova maneira de aprender biologia”. Ressalta-se que o mesmo projeto será desenvolvido no grupo experimental de ouvintes, porém, o objetivo desta pesquisa não é analisar comparativamente esses dois grupos, devido às suas especificidades.

Para a realização deste projeto junto aos alunos surdos foi necessário enviá-lo à Coordenação Pedagógica das escolas envolvidas e à Divisão de Ensino Especial (DEE) da SEE/DF, visto que, estes são responsáveis pelos projetos que envolvem alunos com necessidades especiais. Após a aprovação do mesmo, providenciou-se o espaço físico adequado e a reserva dos materiais necessários às aulas, como: *datashow*, *notebook*, telão para projeção do DVD ou televisão, sala de informática e cópias de material impresso.

Os encontros no CED06 de Taguatinga aconteceram semanalmente às sextas-feiras com os alunos surdos, num total de oito encontros com duração de duas horas/aulas (1h40min), no período de agosto a outubro. No CEM02 de Ceilândia estes aconteceram às quartas-feiras pela manhã com os alunos do 1º ano e às quintas-feiras à tarde com os alunos do 2º e 3º ano, com a mesma duração, no período de setembro a novembro de 2009. A ocorrência das aulas era vinculada ao calendário de atividades de cada escola. Portanto, às vezes fez-se necessário um rearranjo no planejamento devido a algumas atividades extras que surgiram na instituição de ensino.

No desenvolvimento do projeto utilizou-se o material didático descrito em Feltrini (2009), organizado em forma de um DVD instrucional – “O uso de modelos qualitativos na educação científica de estudantes surdos e ouvintes” – que é o resultado de uma metodologia desenvolvida para criar em LSB a terminologia para expressar conceitos gerais usados para construir modelos de raciocínio qualitativo, que representam os elementos da linguagem de modelagem. Utilizando-se desses elementos da linguagem de modelagem, dois modelos qualitativos foram descritos: ‘árvore e sombra’ e ‘aquecimento global’. Os modelos são apresentados tanto em língua de sinais quanto em português oral e escrito. Possui também um glossário

bilíngue LSB/Português, juntamente com textos motivadores relacionados aos dois modelos.

Essa ferramenta didática bilíngue baseada em modelos qualitativos representa material instrucional inédito no ensino médio brasileiro, com um vocabulário muito específico, elaborado com o intuito de facilitar a aquisição de conceitos científicos pelos alunos surdos e ouvintes.

O objetivo principal deste projeto consistiu em verificar se o uso dos modelos qualitativos como material didático melhora a aprendizagem e assimilação de conceitos relacionados à biologia pelos alunos surdos e ouvintes.

O grupo experimental de surdos era composto de 11 alunos de 1º ano, nove de 2º ano e 10 de 3º ano do ensino médio do CED06 de Taguatinga/DF e do CEM02 de Ceilândia/DF, com idades entre 16 e 26 anos, sendo que havia um com idade um pouco mais avançada que destoava dos demais, com 40 anos, por ter adentrado à escola tardiamente. Dos 30 alunos que compõem esse grupo, 36% possuíam surdez leve a moderada, enquanto que 64% possuíam surdez severa a profunda. Quanto à compreensão da língua portuguesa, pode-se dizer que mais da metade do grupo assume que entende bem essa língua, porém poucos são oralizados. A grande maioria (92%) dos alunos compreende e se comunica muito bem por meio da língua de sinais.

No primeiro momento, foram apresentados aos alunos os objetivos do projeto e que competências e habilidades estariam sendo trabalhadas nesses encontros. O termo de esclarecimento foi entregue a cada aluno para que autorizasse por escrito sua participação voluntária no projeto de pesquisa, e aqueles menores de 18 anos levaram a seus pais para que o assinasse.

Em seguida, os alunos foram expostos a um breve relato sobre a montagem do material didático em forma de DVD e a importante participação dos surdos convidados neste processo, para que pudessem entender como ocorre um experimento de pesquisa e a necessidade da participação coletiva para se alcançar resultados satisfatórios.

As idéias básicas sobre modelos, modelagem, raciocínio qualitativo e modelos qualitativos e a relação de tudo isso com o desenvolvimento educacional foram demonstrados aos alunos surdos utilizando-se um *PowerPoint* com estas informações em uma linguagem adequada ao seu entendimento, concomitantemente a explicações em LSB.

Para encerrar este primeiro encontro foi apresentada a parte inicial do DVD – “O uso de modelos qualitativos na educação científica de estudantes surdos e ouvintes”, mostrando a abertura, a apresentação e as explicações sobre o que é raciocínio qualitativo e modelos qualitativos, em LP oral e em LSB.

No segundo encontro, iniciou-se a coleta de dados com a aplicação de um pré-teste relativo ao modelo ‘bloom de algas’ (que será descrito posteriormente), com o intuito de avaliar os conhecimentos prévios que os alunos possuíam em relação a este tema e averiguar a equivalência dos grupos experimental e controle.

O teste era composto por cinco questões, as quais variavam entre julgar os itens como certos ou errados, preenchimento de lacunas com palavras específicas e redação de um parágrafo com no máximo dez linhas sobre o tema proposto (Apêndice A). A aplicação do pré-teste durou em média 30min. No tempo que restou dessa aula foi apresentada aos alunos a parte do DVD que corresponde ao modelo ‘árvore e sombra’. Inicialmente foi mostrada a abertura e a apresentação, na qual aparecem as explicações sobre o que é raciocínio qualitativo e modelos qualitativos. Sempre que surgia um novo sinal, o DVD era pausado, a palavra era escrita no quadro negro e se utilizavam outros exemplos para que o significado fosse compartilhado pelo grupo e se tornasse mais claro.

No terceiro e no quarto encontros foi explorado o modelo ‘árvore e sombra’ com o detalhamento dos elementos da linguagem de modelagem. Esta etapa foi repassada inúmeras vezes para que os alunos entendessem bem a linguagem utilizada nos modelos e, à medida que foram aparecendo novos conceitos, recorria-se ao glossário disponível no DVD para reforçar a imagem dos mesmos. Conforme se trabalhavam os cenários, demonstravam-se todas as simulações e os modelos causais de cada um deles.

Entre uma demonstração e outra, os alunos eram levados para o laboratório de informática, no qual previamente havia sido instalado o programa Garp3 nos computadores, e sob a orientação do professor, estes seguiam os passos necessários para a compreensão dos processos que estavam sendo demonstrados utilizando-se o *software*. Os conceitos trabalhados eram reforçados com a resolução das atividades relativas ao tema propostas no DVD. Estas eram impressas e entregues ao aluno para serem respondidas e no momento oportuno eram discutidas e corrigidas.

Do quinto ao sétimo encontro foi apresentada aos alunos a parte do DVD que corresponde ao 'aquecimento global', na qual aparece a explicação inicial do fenômeno, um filme sobre as consequências do aquecimento global e um o diálogo entre dois surdos sobre o tema. Promoveu-se uma discussão entre os alunos sobre os acontecimentos demonstrados nas imagens e concomitantemente fez-se uma revisão dos novos sinais apresentados. No modelo são explorados os processos de produção agropecuária e produção industrial; O DVD mostra também, as simulações e o modelo causal relativo a cada cenário, com ênfase nas relações de causa e efeito demonstradas no modelo. O vocabulário referente a este tema foi sendo reforçado a cada cenário recorrendo-se ao glossário bilíngue. Os alunos puderam rever os conceitos aprendidos por meio da manipulação do modelo no laboratório de informática e da realização das atividades escritas relativas ao conteúdo explorado.

No oitavo encontro foi apresentado o modelo 'bloom de algas' e suas implicações (que será descrito ainda nessa seção). O assunto foi explorado e debatido com base em fragmentos de modelo, cenários e finalmente no modelo causal obtido na simulação do cenário mais completo. Após essas atividades, aplicou-se o pós-teste relativo ao tema. Este teste seguiu os mesmos padrões do pré-teste, inclusive no que se refere à proposta de elaboração de texto escrito (Apêndice B), mantendo-se o mesmo grau de complexidade. Os alunos gastaram, em média, 30 minutos para realizá-lo.

Após a aplicação do pós-teste, os alunos foram convidados a responder um questionário de avaliação do projeto "Modelos qualitativos: uma nova maneira de aprender biologia" (Apêndice C).

Procurou-se elaborar um questionário objetivo contendo 10 perguntas com quatro possibilidades de resposta. Cada opção de resposta continha a palavra em português, além de uma figura relacionada ao significado desta palavra. As questões objetivas apresentaram as seguintes opções de respostas:



Este procedimento visou despertar o interesse dos alunos surdos, visto que, os mesmos se sentem mais motivados quando se utiliza de artifícios visuais. Ao final das perguntas destinou-se um espaço para serem postados os comentários e sugestões relativos ao projeto e sobre o DVD utilizado.

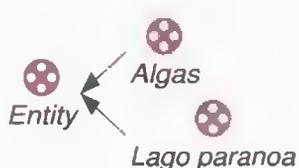
O foco principal das questões foi a opinião dos alunos quanto a apresentação geral do DVD, o seu conteúdo, a linguagem utilizada e o vocabulário apresentado. Também, questionou-se se o entendimento dos alunos em relação aos temas apresentados após estudarem os modelos qualitativos havia melhorado e se estes teriam interesse em estudar outros conteúdos em sala de aula com este material.

O modelo qualitativo '**bloom de algas**' é similar ao modelo 'árvore e sombra' construído por Salles *et al.* (2004) e foi utilizado nesta pesquisa para a coleta de dados com o grupo experimental de surdos. Sua implementação baseou-se no desastre ecológico ocorrido em 1978 no Lago Paranoá em Brasília, um *bloom* de algas azuis - cianobactérias, especialmente de *Microcystis aeruginosa*, o que causou grande mortandade de peixes e conseqüentemente um forte mau cheiro em toda a região.

As algas são microorganismos que necessitam de água, gás carbônico, luz e substâncias inorgânicas. A crescente eutrofização dos ambientes aquáticos é consequência das atividades humanas, causando um enriquecimento artificial dos ecossistemas. A utilização de adubos químicos, descarga de esgotos urbanos tratados ou não tratados promovem um aumento significativo e descontrolado de nutrientes, favorecendo a floração ou 'bloom' de algas, entre elas as cianobactérias (CORREIA, 2001). Vários gêneros e espécies dessas algas produzem toxinas, conhecidas como cianotoxinas, que são caracterizadas por sua ação rápida, causando a morte por parada respiratória após poucos minutos de exposição, chegando a matar um grande número de seres da fauna aquática. No entanto, a toxicidade de florações de cianobactérias pode apresentar uma variação temporal, e nem todas são tóxicas (AZEVEDO, 1998).

O objetivo do uso deste modelo foi verificar a compreensão do tema pelos alunos surdos envolvidos no projeto, por meio do uso do material didático baseado em modelos qualitativos. Os conceitos relacionados ao tema foram implementados no modelo de maneira bastante simplificada, no entanto, a teoria foi apresentada e discutida com os alunos com mais propriedade.

Os objetos envolvidos no sistema 'bloom de algas' são as entidades "Algas" e "Lago Paranoá". Eles representam o sistema no qual podemos evidenciar causas e conseqüências do crescimento dessas algas no Lago Paranoá (Figura 1).



**Figura 1 – Entidades do sistema 'bloom de algas'**

A estrutura do sistema é representada por meio das entidades e configurações (Quadro 1) Assim, temos:

Entidade-fonte	Configuração	Entidade-alvo
Algas	Vivem no	Lago Paranoá

**Quadro 1 – Entidade e configuração do sistema 'bloom de algas'**

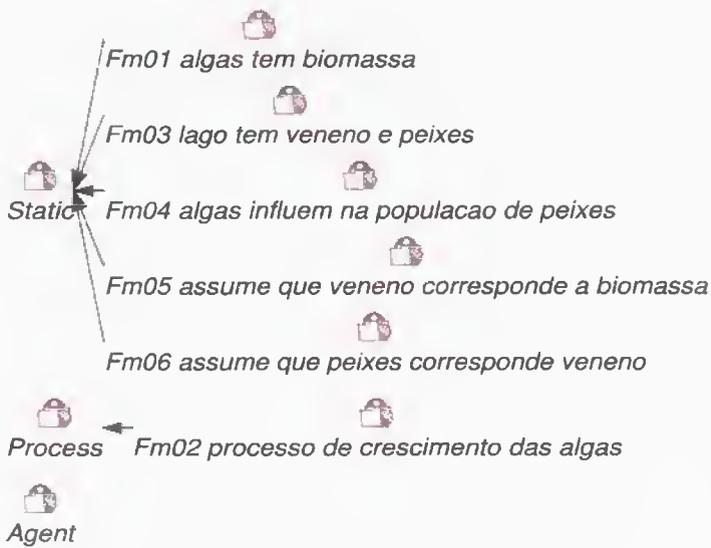
As entidades foram associadas a quantidades (*taxa de crescimento, biomassa de algas, veneno e número de peixes*) que expressam características interessantes para o problema estudado. Às quantidades, foram associados valores qualitativos que representam estados qualitativos importantes para descrever o comportamento do sistema. No quadro 2 apresentam-se as entidades e respectivas quantidades e espaços quantitativos:

Entidade/ Agente	Quantidade	Espaço quantitativo	EQ
Algas	Taxa de crescimento	{minus, zero, plus}	mzp <sup>21</sup>
Algas	Biomassa de algas	{zero, pequena, média, grande}	zpmg
Lago Paranoá	Veneno	{zero, pequena, média, grande}	zpmg
Lago Paranoá	Peixes	{zero, pequena, média, grande}	zpmg

**Quadro 2 - Quantidades e respectivos espaços quantitativos (EQ) do sistema 'bloom de algas'**

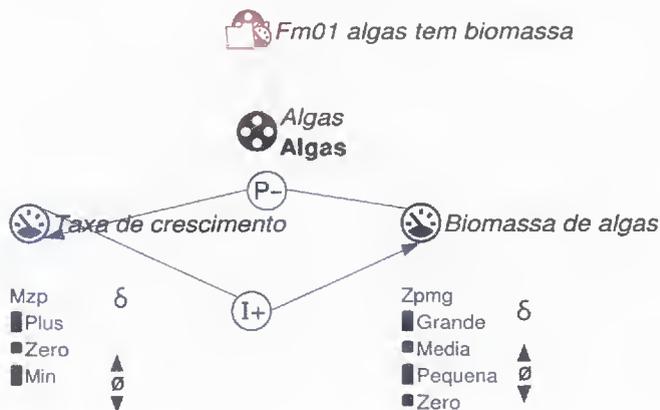
A representação de um conceito é feita em fragmentos de modelo (Fm) que, juntos formam a biblioteca de fragmentos de modelos. Este modelo apresenta seis fragmentos mostrados na figura 2:

<sup>21</sup> Para os espaços quantitativos {negativo, zero, positivo} manteve-se 'mzp' que corresponde a minus, zero e plus em inglês, em virtude do programa Garp3 não aceitar a tradução para o português. Os demais termos utilizados na linguagem de modelagem foram traduzidos para o português.



**Figura 2 – Biblioteca de fragmentos de modelo (Bloom de algas)**

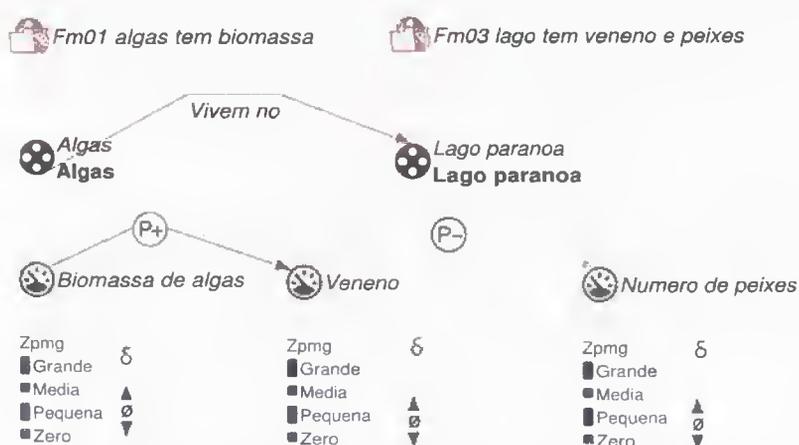
Está representado neste modelo um processo que demonstra o crescimento das algas, no qual aparece uma *taxa de crescimento* (I+) influenciando direta e positivamente a *biomassa de algas*, e esta apresenta uma proporcionalidade negativa (P-) sobre a *taxa de crescimento*, ou seja, a *taxa de crescimento* aumenta a *biomassa de algas* até um limite, sendo que quanto maior a *biomassa de algas* menor a *taxa de crescimento* (Figura 3)



**Figura 3– Fragmento de modelo Fm02 Processo de crescimento das algas**

Os demais fragmentos de modelo representam aspectos estáticos do sistema. Descrevem situações específicas ou detalhes de objetos, ou até mesmo condições para que determinados fenômenos ocorram. Vale descrever o Fm04, que demonstra

uma proporcionalidade positiva entre a *biomassa de algas* e a quantidade de *veneno* no lago, ou seja, ambas as quantidades aumentam na mesma direção. Observa-se também a proporcionalidade negativa entre as quantidades *veneno* e *número de peixes*, o que significa que, se a quantidade de *veneno* aumenta, então, diminui o *número de peixes* no lago (Figura 4). Ao apresentar esse fragmento, esclareceu-se aos alunos que nem toda floração de algas é *tóxica*, e que nem todas as mortes de peixes que ocorrem no lago são devidas às toxinas produzidas pelas algas. Existem outras causas associadas às mortes de peixes em corpos d'água.



**Figura 4- Fragmento de modelo Fm04 Algas influem na população de peixes**

Este modelo possui oito cenários iniciais, organizados em ordem crescente de complexidade, relacionados a seguir: população de algas que cresce (Cen01); população grande de algas que diminui (Cen02); população de algas cresce e produz veneno (Cen03); população grande de algas diminui e reduz veneno (Cen04); população de algas cresce e veneno corresponde a biomassa com 1 pressuposto (Cen05a); população de algas cresce e veneno corresponde a biomassa e peixes corresponde a veneno com 2 pressupostos (Cen05b); população de algas diminui e veneno corresponde a biomassa com 1 pressuposto (Cen06a); população de algas diminui e veneno corresponde a biomassa e peixes corresponde a veneno com 2 pressupostos (Cen06b).

A estrutura do sistema é descrita nos cenários iniciais. A partir de cada cenário o simulador qualitativo inicia uma simulação, que mostra as possíveis trajetórias de comportamento desse sistema. A figura 5 apresenta o cenário 05b –

'população de algas cresce e veneno corresponde à biomassa e peixes correspondem a veneno'.

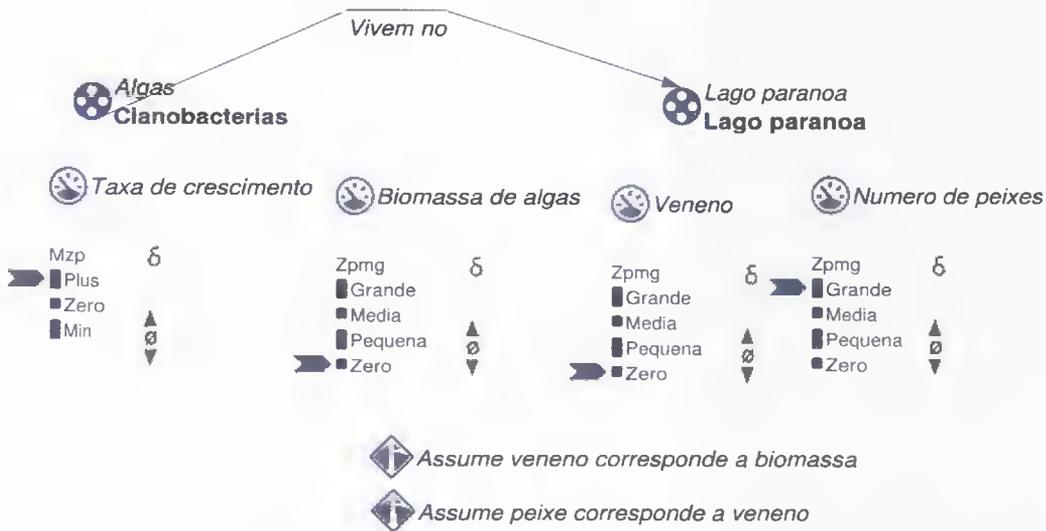


Figura 5 – Cenário 05b – 'população de algas cresce e veneno corresponde à biomassa e peixes correspondem a veneno'

A simulação inicial deste cenário produz um estado inicial (Figura 6) e nove estados no total, mostradas no diagrama denominado grafo de estados (Figura 7), que representa todos os comportamentos possíveis do sistema. Os valores iniciais das quantidades são marcados com uma seta azul, assim, pode-se notar que existe uma *taxa* positiva de *crescimento* da *biomassa de algas*. Ao rodar a simulação, as quantidades representadas sofrerão mudanças ao longo do tempo causadas pela atividade deste processo. A quantidade *biomassa de algas* tem o valor inicial marcado em zero, mas ao rodar a simulação irá aumentar para pequeno, médio até atingir o valor grande. Como consequência, afetará a quantidade de *veneno* existente no lago, que possui valor inicial zero, mas aumentará gradativamente até alcançar o valor grande, que por sua vez afetará a quantidade de *peixes*, que inicialmente possui um valor grande, mas que irá gradativamente diminuir até chegar o valor zero, ou seja, a morte de peixes até a extinção da população.



Figura 6 – Estado inicial do Cenário 05b (Bloom de algas)

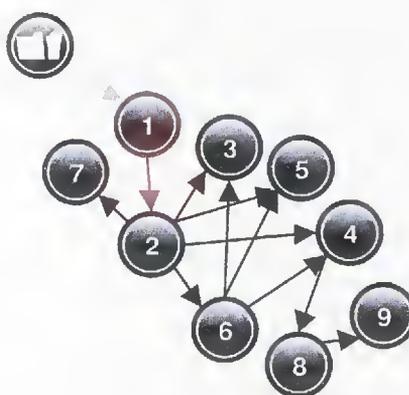


Figura 7 – Grafo de estados obtido na simulação com o Cenário 05b – 'população de algas cresce e veneno corresponde à biomassa e peixes correspondem a veneno'

Ao rodar a simulação a partir do cenário 'população de algas cresce e veneno corresponde à biomassa e peixes correspondem a veneno' (Figura 5), obtém-se um grafo de estados com 1 estado inicial e 9 estados no total. O estado 1 foi selecionado e abriu-se o modelo causal (Figura 8), o qual explica diversos aspectos do comportamento do sistema.

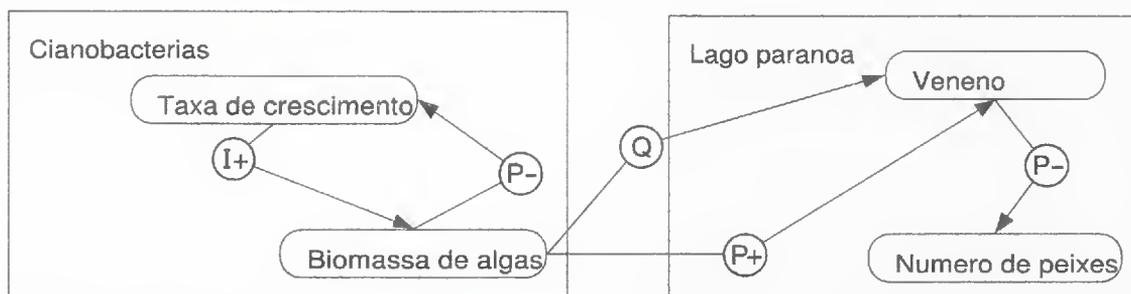


Figura 8 – Modelo causal obtido no estado 1 da simulação que se inicia a partir do Cenário 05b – 'população de algas cresce e veneno corresponde a biomassa e peixes corresponde a veneno'

Nesse modelo causal (Figura 8), a influência direta (I+) no sentido *taxa de crescimento para biomassa de algas* provoca mudanças ao longo de todo o sistema. A proporcionalidade qualitativa (P-) entre a quantidade-fonte – *biomassa de algas* – e quantidade-alvo – *taxa de crescimento* – representa o mecanismo de retroalimentação do sistema, o que indica que a *biomassa de algas* não continua crescendo indefinidamente. Dessa forma, pode-se dizer que, quando a *taxa de crescimento* é positiva e a influência direta é positiva (I+), a quantidade *biomassa de*

*algas* das cianobactérias aumenta. E se a *biomassa de algas* aumenta, a quantidade de *veneno* no Lago Paranoá também aumenta, pois estão unidas por uma proporcionalidade qualitativa (P+). *Biomassa de algas* e *veneno* estão ligados por uma correspondência (Q), significando que se uma aumenta a outra aumenta e assume o mesmo valor qualitativo que a primeira, ou vice-versa, devido ao P+. A quantidade *veneno* afeta indiretamente, por meio da proporcionalidade P-, a quantidade *número de peixes*. Desse modo, quando a quantidade *veneno* estiver aumentando, a quantidade *número de peixes* estará diminuindo, ou ao contrário.

O modelo mostra que o 'bloom de algas' tem como causa diversos fatores, sendo um deles a emissão de esgoto no lago pelo homem e as consequências desse ato são a mortandade dos peixes e o mau cheiro que exala pelo ambiente, o que traz prejuízos ao próprio homem.

### 3.1.2 Ouvinte Experimental (OE)

O grupo experimental de estudantes ouvintes era composto por 12 alunos do 1º ano e 18 do 2º ano do ensino médio do CED06 de Taguatinga/DF, com idades entre 15 e 18 anos.

Estes frequentaram as aulas sempre às terças-feiras, de 15h30min às 17h10min, no período de agosto a outubro de 2009, salvo alguns contratemplos que surgiram em função do próprio calendário escolar que obrigou a transposição de algumas aulas para outros dias pré-determinados.

O desenvolvimento do projeto seguiu o mesmo planejamento aplicado à turma dos alunos surdos, contudo, em determinados momentos, houve a necessidade de mudança na estratégia, pois se percebeu certo desinteresse dos alunos em assistir somente ao DVD. Assim sendo, procurou-se implementar os mesmos modelos apresentados no DVD operando o programa *Garp3* diretamente no *notebook* conectado ao projetor de multimídia, trazendo mais dinamismo para a aula. Esta estratégia foi utilizada sempre que se percebia a dispersão dos alunos.

No quarto encontro iniciou-se a coleta de dados com a aplicação de um pré-teste relativo ao tema 'aquecimento global e combustível', para que pudessem ser avaliadas as concepções prévias dos alunos, bem como assegurar a equivalência

dos grupos experimental e controle. O teste era composto por dez questões de múltipla escolha, com quatro alternativas e a redação de um parágrafo relacionado ao tema (Apêndice D). A realização do pré-teste durou em média 20min.

Do quinto ao sétimo encontro, assim como ocorreu na turma de surdos, foram explorados os processos de produção industrial e produção agropecuária constante no modelo qualitativo 'Aquecimento Global' do DVD instrucional.

No oitavo encontro, deu-se prosseguimento à coleta de dados desta pesquisa. Foi apresentado aos alunos ouvintes outro modelo qualitativo denominado "Aquecimento Global e Combustível", o qual trata de conceitos relacionados ao uso do petróleo e a economia mundial; os efeitos deste na atmosfera geral; a relação entre indústria, petróleo, poluição e doenças respiratórias. Não se explorou o modelo de forma completa, ou seja, entidades, fragmentos de modelo, cenários e simulações, mas apenas o modelo causal mais completo do cenário 3. Este foi bastante explorado, com ênfase nas relações de causa e efeito, tanto dedutivas quanto explicativas.

Terminadas as explicações, aplicou-se o pós-teste relativo ao tema. O teste também era composto por dez questões de múltipla escolha e uma redação de no máximo dez linhas relacionada ao conteúdo, seguindo o mesmo padrão do pré-teste. (Apêndice E). Os alunos demoraram em média 20min para realizá-lo.

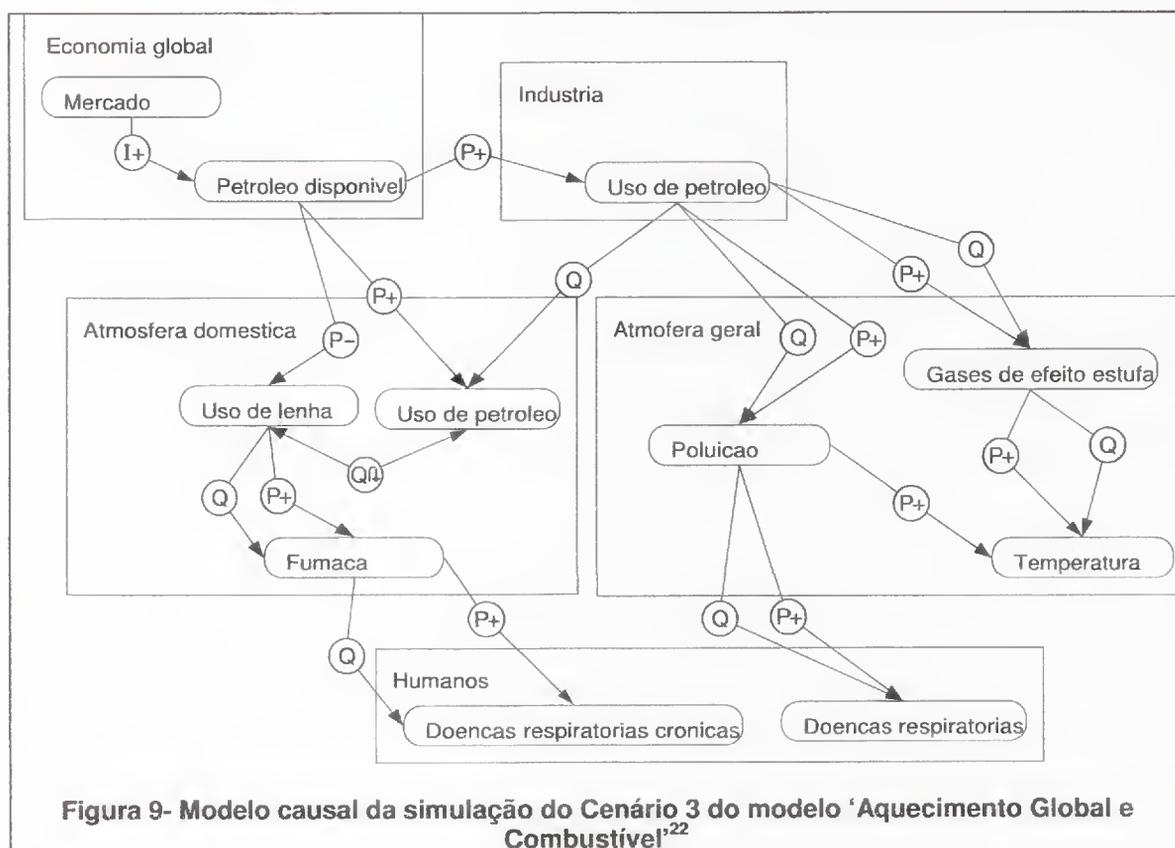
Após a realização do teste, os alunos responderam ao questionário de avaliação do projeto e receberam o certificado de participação no mesmo. O questionário foi o mesmo respondido pelos alunos surdos (Apêndice C).

Apresenta-se a seguir o modelo causal do modelo qualitativo '**Aquecimento Global e Combustível**' que foi obtido por meio da simulação do estado 1 do cenário 3 (Figura 9). Ele explica diversos aspectos do comportamento do sistema.

Este modelo faz parte da Coleção de Estudos Temáticos sobre os Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (UnB *et al.*, 2004) e aborda a relação existente entre a poluição atmosférica no ambiente doméstico, condições de moradia e problemas de saúde retratados naquele período, associados à disponibilidade de petróleo.

Vale ressaltar que é difícil definir o que significa utilizar combustíveis sólidos, visto que praticamente todos os moradores das zonas rurais e muitos de áreas urbanas usam, em maior ou menor quantidade, carvão ou madeira. Para tanto,

baseou-se em dados do Balanço Energético Nacional (BEN, 2003 *apud* UnB *et al.*, 2004) sobre o consumo doméstico de madeira e carvão.



Neste modelo causal, a influência direta (I+) no sentido *mercado* para a quantidade *petróleo disponível* provoca mudanças ao longo de todo o sistema. Assim, quando a taxa de *mercado* é positiva e a influência direta (I+) é positiva, a quantidade *petróleo disponível* aumenta. E se a quantidade *petróleo disponível* é positiva, o *uso do petróleo* aumenta, pois estão unidas por uma proporcionalidade qualitativa (P+). Aumentando o *uso do petróleo*, conseqüentemente aumentarão as quantidades *poluição* e *gases do efeito estufa* associadas à entidade *Atmosfera geral*.

Nota-se, também, a presença da correspondência (Q) ligando estas quantidades, que significa se o *uso de petróleo* aumenta, a *poluição* e os *gases do efeito estufa* aumentam na mesma proporção, mantendo sempre o mesmo valor.

<sup>22</sup> Nesta Figura e no texto abaixo, onde se lê "Doenças respiratórias crônicas" leia-se "Doenças respiratórias agudas". Esse lapso não interfere nos resultados obtidos com o modelo e discutidos nesta dissertação.

Dando prosseguimento à cadeia de causalidade, com o aumento da *poluição e gases do efeito estufa*, percebe-se o aumento da *temperatura da atmosfera geral*, reação esta, capturada pela proporcionalidade P+. Já o aumento das *doenças respiratórias* apresenta-se como consequência do aumento da quantidade *poluição*.

Explorando outro caminho, percebe-se que se a quantidade *petróleo disponível* é positiva, o *uso do petróleo na atmosfera doméstica* também o será, devido à proporcionalidade positiva (P+), porém, percebe-se uma proporcionalidade negativa (P-) saindo da 'quantidade-fonte' *petróleo disponível* em direção à 'quantidade-alvo' *uso de lenha*, isto significa que se aumenta a *disponibilidade de petróleo*, conseqüentemente diminuirá o *uso de lenha*. Dessa forma, se o *uso da lenha* diminui, diminui também a *fumaça* no ambiente doméstico e, logo diminuem as *doenças respiratórias crônicas*.

De acordo com o *World Resources (1998-1999)*, citado em UnB *et al.* (2004), as infecções respiratórias agudas (IRA) matam mais de quatro milhões de pessoas no mundo, principalmente nos países em desenvolvimento. Moradias inadequadas e a fumaça causada pelo uso doméstico de combustíveis sólidos são fatores que aumentam a incidência dessas doenças. Embora a relação de causa e efeito entre esses fatores seja difícil de estabelecer, visto que essas pessoas são, em geral, pobres e expostas a diversos outros fatores de risco, estudos do Banco Mundial sugerem que a substituição do carvão e da madeira como combustíveis poderia reduzir pela metade a mortalidade devida à pneumonia.

Este modelo foi explorado nos dois sentidos da cadeia de causalidade, tanto no sentido direto, explorando o raciocínio dedutivo dos alunos, quanto no sentido indireto, explorando o raciocínio explicativo.

### 3.1.3 Surdo Controle (SC)

Este grupo foi composto por 15 alunos do CEMEB de Brasília e 15 alunos do CED06 de Taguatinga. Dos quais dois eram alunos do 1º ano, 11 do 2º ano e 17 do 3º ano do ensino médio, com idades entre 15 e 29 anos. Dentre os 30 alunos, 48% possuíam surdez leve a moderada e 52% possuíam surdez severa a profunda. Com relação à língua portuguesa, 41% assumem compreendê-la e verbalizá-la bem,

enquanto 59% não são oralizados e compreendem muito pouco a LP. A grande maioria desse grupo (83%) se comunica muito bem por meio da LSB.

Em reunião com os professores do AEE e os alunos surdos que se dispuseram a participar desta pesquisa, ficou combinado que os mesmos deveriam comparecer nos dois dias de realização do trabalho, para que a aplicação dos testes não ficasse prejudicada.

Em meados do mês de outubro de 2009, foi aplicado o pré-teste (Apêndice A) a 16 alunos do CEMEB. O teste não sofreu nenhuma adaptação quanto ao vocabulário, assim sendo, optou-se por interpretar individualmente os significados das palavras desconhecidas pelos alunos.

Na semana seguinte, os alunos honraram com o seu compromisso de realizar a segunda parte da coleta de dados. Somente um aluno não compareceu, ficando, então, um grupo de 15 estudantes. A escola disponibilizou o *datashow* para que a pesquisadora pudesse apresentar aos alunos as considerações sobre o tema 'bloom de algas'. Terminada essa exposição, os alunos realizaram o pós-teste (Apêndice B), seguindo a mesma interpretação adotada no teste anterior. É preciso lembrar que os testes são os mesmos aplicados ao grupo experimental.

No mês de novembro os mesmos procedimentos foram adotados no CED06. No primeiro dia em que foi aplicado o pré-teste, compareceram 17 alunos, porém, na semana seguinte quando da aplicação do pós-teste, dois alunos faltaram, permanecendo o grupo com 15 estudantes. Os resultados serão apresentados nas seções 4.1 e 4.2.

#### 3.1.4 Ouvinte Controle (OC)

O grupo controle era composto por 16 alunos do 1º ano e 14 alunos do 3º ano do CED06 de Taguatinga. Eles se dispuseram a participar desta pesquisa após terem assistido a aula inaugural na qual se demonstrou um pouco do que seria o projeto com modelos qualitativos.

Os alunos foram esclarecidos quanto aos procedimentos do trabalho e concordaram em participar nos dois dias estabelecidos. Para garantir a presença

destes, os testes foram aplicados durante o período normal das aulas, previamente acordado com os professores das turmas.

Na primeira quinzena de novembro, reuniram-se 35 alunos na sala de vídeo para a realização do pré-teste (Apêndice D). Durante a aplicação, algumas dúvidas quanto ao vocabulário foram esclarecidas. O segundo encontro aconteceu na semana seguinte, utilizando-se para tanto, a aula do mesmo professor que cedeu gentilmente seu horário.

Na semana seguinte, 30 alunos comparecerem para a segunda parte da pesquisa. Promoveu-se um debate a respeito do tema 'Economia global e poluição' antes da realização do pós-teste (Apêndice E). Todos que quiseram, puderam participar emitindo suas opiniões sob a mediação da pesquisadora. Após esta discussão sobre o assunto, aplicou-se o pós-teste, seguindo o mesmo procedimento adotado quando da aplicação do pré-teste. Lembrando que os testes foram os mesmos aplicados ao grupo experimental de ouvintes. Os resultados serão apresentados na seção 4.3.

### **3.2 Um curso para professores de Ensino de Ciências**

No 2º semestre de 2009 foi realizado um curso para professores das áreas de ensino de Ciências Físicas e Biológicas do ensino fundamental (séries finais<sup>23</sup>), e ensino de Biologia, Física, Química e Matemática do ensino médio. As vagas foram direcionadas, preferencialmente, para professores de alunos surdos: professor regente, professor do atendimento educacional especializado (AEE) e intérprete educacional do ensino médio da SEE/DF. No entanto, devido à carência de cursos na área de ciências, especialmente para surdos, inscreveram-se, também, professores do ensino fundamental (séries iniciais<sup>24</sup>) e também, professores que só trabalhavam com ouvintes. Buscou-se nesse curso divulgar os modelos qualitativos como importante material didático para a melhoria do ensino de ciências, com enfoque especial no aluno surdo, como também promover troca de experiências como meio de reflexão da sua própria atuação como educador.

---

<sup>23</sup> Séries finais do Ensino Fundamental: 6º ao 9º ano.

<sup>24</sup> Séries iniciais do Ensino Fundamental: 1º ao 5º ano

O curso, intitulado 'Modelos qualitativos: uma nova maneira de ensinar ciências para alunos surdos e ouvintes', foi ministrado por esta pesquisadora e por uma professora mestre em Ensino de Ciências, em parceria com o Centro de Capacitação de Profissionais e Apoio a Pessoas com Surdez (CAS/DF) e a Escola de Aperfeiçoamento dos Profissionais da Educação (EAPE), instituições vinculadas à Secretaria de Estado de Educação do Distrito Federal (SEE/DF).

### 3.2.1 Objetivos

O curso foi planejado para atender os seguintes objetivos:

a) apresentar o DVD instrucional – material didático baseado em modelos qualitativos e outros modelos aos professores, mostrando ser essa uma ferramenta didática alternativa para o ensino de ciências e de outras disciplinas;

b) orientar os professores quanto à aplicação do DVD instrucional aos seus alunos surdos ou ouvintes em suas respectivas escolas, com vistas a verificar o aprendizado de conceitos científicos, conforme a metodologia de avaliação definida pelos instrutores.

Esclareceu-se aos professores que seria necessário um período de treinamento até que todos dominassem a linguagem de modelagem, para que esta não se tornasse um obstáculo na avaliação da aprendizagem de seus alunos.

### 3.2.2 Participantes

Participaram do curso 26 professores, todos vinculados à SEE/DF, com a seguinte formação: três professores habilitados em Ciências/Matemática, dois em Física, seis em Química, oito em Biologia e sete em Pedagogia. Do total dos participantes, apenas 22 serão objetos de análise daqui em diante, visto que, quatro deles não entregaram o questionário de avaliação proposto no planejamento deste curso.

Entre os 22 professores, quatro não tinham experiência alguma com alunos surdos e trabalhavam com alunos ouvintes no ensino fundamental e médio, cujas turmas foram objetos de observação quanto à aplicação das atividades propostas no DVD. Os demais professores possuíam experiência com surdos nas mais variadas situações: quatro deles trabalhavam com atendimento educacional especializado, o que se chamava anteriormente 'sala de recursos'; sete trabalhavam com classes inclusivas, ou seja, surdos e ouvintes estudando no mesmo espaço com a presença do intérprete educacional; cinco atuavam em unidades especiais, nas quais os surdos recebem as informações em sua primeira língua; e duas professoras atuavam como itinerantes, ou seja, desempenhavam o papel de articuladoras e organizadoras dos projetos relacionados aos surdos. A maioria dos professores (15) atuava no ensino fundamental, tanto nas séries iniciais quanto finais e apenas sete atuavam no ensino médio.

### 3.2.3 Planejamento

O curso teve a carga horária total de 60 horas/aulas, distribuídas em 48 horas presenciais, divididas em 12 encontros de 4 horas/aulas de duração, e 12 horas/aulas com atividades extraclasse (indiretas). As aulas aconteceram no Centro de Ensino Fundamental 04 de Taguatinga/DF (CEF04) às segundas-feiras, com uma turma composta por 16 professores e às terças-feiras, com uma turma de 10 professores.

Durante o curso foram abordados os seguintes aspectos: introdução à modelagem qualitativa e o uso de modelos qualitativos no ensino de ciências do ensino fundamental e do ensino médio; estudo dos elementos utilizados em modelos qualitativos: *entidades, configurações, quantidades, valores qualitativos, estados qualitativos, grafo de estados, espaços quantitativos, fragmentos de modelo, processos, influências, proporcionalidades, correspondências, situações descritas, cenários, simulações*; estudo da terminologia utilizada no ensino dos tópicos relacionados aos modelos; o uso de modelos qualitativos na educação científica de surdos; atividades práticas envolvendo o uso de modelos qualitativos.

Nessas atividades foram trabalhados os modelos: 'Árvore e Sombra' (SALLES *et al.*, 2004) e 'Aquecimento global' (constantes do DVD produzido em Feltrini, 2009), 'Bloom de algas' (modelo similar ao modelo 'Árvore e sombra'), 'Desmatamento' (SALLES, BREDEWEG e NUTTLE, 2005) 'Riacho Fundo urbano' (SALLES *et al.*, 2006, 2007b), 'Riacho Fundo rural' (SALLES *et al.*, 2006, 2007b), 'Riacho Fundo semi-urbano' (SALLES *et al.*, 2006, 2007b), 'Pilha de Daniel' (SALLES, GAUCHE e VIRMOND, 2004) e os modelos 'Velocidade e aceleração' e 'Dengue' (produzidos durante esta pesquisa).

A metodologia utilizada baseou-se em discussão das dificuldades enfrentadas pelo aluno surdo e ouvinte no processo ensino-aprendizagem de ciências; aulas expositivas com exploração de modelos qualitativos envolvendo temas do ensino de ciências; exercícios individuais; investigação/levantamento de práticas de ensino compatíveis com o uso de modelos em sala de aula; levantamento de conteúdos envolvendo o ensino de ciências; levantamento da terminologia e de conceitos relacionados aos temas desenvolvidos em modelos qualitativos; aplicação de atividades e do DVD instrucional em sala de aula junto a alunos surdos e ouvintes. Intercalado ao conteúdo do DVD, outros modelos foram apresentados com escala gradativa de dificuldade até que se chegou aos modelos mais complexos.

Os recursos utilizados foram projetor de multimídia, computadores, programa Garp3 versão 1.4.10, papel e fotocópias das atividades e textos, DVDs para serem gravados com o material didático e entregues aos participantes.

Quanto à aplicação do DVD instrucional em sala de aula, sugeriu-se aos professores uma proposta de roteiro utilizando o modelo 'árvore e sombra' (Apêndice F). Esta atividade foi entregue em forma de relatório. Além disso, os professores responderam ao questionário de avaliação sobre a aplicação do DVD (Apêndice G). Ambas as atividades contaram como carga horária indireta do curso e fizeram parte da avaliação geral. A certificação dos professores estava vinculada à entrega das atividades e à frequência mínima exigida.

O questionário respondido pelos professores tinha um formato semi-estruturado, planejado para obter informações concretas com respostas objetivas, e ao mesmo tempo permitir respostas espontâneas, discursivas oferecendo liberdade ao participante da pesquisa para abordar aspectos relevantes sobre o que pensa (TRIVIÑOS *et al.*, 1990).

Iniciava-se pela identificação do avaliador, na qual se pergunta o nome, sendo opcional o preenchimento deste item; a habilitação; o nome da escola na qual atua; a experiência no magistério e se possui experiência com estudantes surdos. Também se questionou o nível de ensino em que se aplicou o DVD, a quantidade de alunos que foram submetidos às atividades e se eram surdos, ouvintes ou grupos mistos. Era composto de nove frases para serem julgadas, sendo que em cada questão foi solicitada a explicação ou comentário da resposta assinalada, uma questão discursiva e ainda campo para comentários finais. As frases eram julgadas de acordo com as seguintes opções: {1= [concordo plenamente], 2= [concordo], 3= [talvez], 4=[discordo] e 5=[discordo completamente]}.

O foco principal das questões foi o uso de modelos qualitativos em sala de aula de ensino de ciências e seu potencial para o desenvolvimento cognitivo de competências e habilidades em estudantes surdos e ouvintes relacionados à aquisição de conceitos científicos. As análises das respostas ao questionário serão apresentadas na seção 4.7.

### 3.3. Apresentação do projeto 'DynaLearn' aos alunos surdos

Conforme explicado anteriormente, sabe-se que o Garp3 utilizado nesta pesquisa está sendo modificado e baseado nele surgiu um novo *software*, o DynaLearn<sup>25</sup> ([www.dynalearn.eu](http://www.dynalearn.eu)). A abordagem adotada no Projeto DynaLearn é "aprender modelando". Para isso, os alunos devem primeiro entender os modelos e aprender a usar o *software* para depois construir seus próprios modelos.

Foram convidadas a participar desse projeto, quatro alunas surdas do 2º ano do ensino médio do CED06 de Taguatinga. As mesmas frequentaram o curso 'Modelos qualitativos: uma nova maneira de aprender biologia', descrito nesta pesquisa, indicando dessa forma, que já possuíam conhecimento relativo aos modelos baseados no Garp3.

Realizaram-se seis encontros durante o mês de maio de 2010, totalizando oito horas de curso. Organizou-se um espaço no qual se pudesse instalar um

---

<sup>25</sup>Projeto FUB/Comissão das Comunidades Europeias processo nº 231526.

*notebook* para cada aluna e o *datashow* para demonstrar alguns modelos construídos no DynaLearn.

Do primeiro ao terceiro encontro, foram apresentados os modelos: 'Bloom de algas', 'Árvore e sombra', 'Erosão' e 'Poluição da água'. Todos os modelos foram explorados, primeiramente com explicações no quadro negro, e logo em seguida eram construídos pela pesquisadora com o apoio do *datashow*, no qual as alunas puderam acompanhar os movimentos realizados. Em um segundo momento as alunas reconstruíram os modelos feitos pela pesquisadora, o que permitiu a elas o reconhecimento dos sinais correspondentes em LSB dos ícones utilizados na construção dos modelos. As alunas eram instruídas a salvar os modelos reproduzidos em uma pasta com seu nome. Para a construção dos modelos, utilizou-se apenas o nível de dificuldade 2 (*learning space 2*).

Durante o quarto e quinto encontros, apresentou-se o tema 'Dengue' organizado em um *PowerPoint*, que demonstrava as principais causas de contaminação e transmissão da doença e as medidas necessárias para contê-la. Depois, distribui-se um texto sobre o tema, para ser lido individualmente, contendo as principais informações já discutidas. Após a leitura, a pesquisadora/professora realizou a interpretação em LSB e as alunas foram identificando os principais objetos contidos no texto que pudessem representar de maneira mais clara o sistema a ser construído. Na medida em que surgiam as palavras, estas eram registradas no quadro negro. Em seguida, após várias discussões, um esquema conjunto do modelo foi previamente organizado no quadro negro, no qual elas puderam escolher as melhores palavras que definissem de forma clara para seu próprio entendimento. O próximo passo foi a construção individual do modelo, no nível mais simples de complexidade disponível em DynaLearn, que mostra apenas uma cadeia causal básica envolvendo as quantidades (chamada *learning space 2*), seguindo os procedimentos aprendidos durante o curso.

O sexto encontro teve como objetivo avaliar o projeto 'DynaLearn'. As alunas responderam a dois questionários, lidos e interpretados pela pesquisadora com o apoio da professora regente de biologia, contendo frases para serem julgadas e questões discursivas, nas quais elas puderam escrever sua opinião em relação ao novo *software* (Apêndice H). Os resultados dessa avaliação serão apresentados na seção 4.8.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo serão apresentados: (a) os resultados das análises estatísticas obtidas da comparação entre o pré e pós-teste aplicados aos grupos experimental e controle de surdos (seção 4.1); (b) os resultados das comparações entre as redações dos grupos experimental e controle de alunos surdos (seção 4.2); (c) os resultados das análises estatísticas obtidas da comparação entre o pré e pós-teste aplicados aos grupos experimental e controle de ouvintes (seção 4.3); (d) as análises dos questionários de avaliação do projeto 'Modelos qualitativos: uma nova maneira de aprender biologia' aplicados aos grupos experimentais de surdos e ouvintes do ensino médio (seções 4.4 e 4.5); (e) Comparação entre as percepções dos alunos surdos e ouvintes quanto ao aprendizado mediado por modelos qualitativos (seção 4.6) (f) as análises dos questionários de avaliação do projeto 'Modelos qualitativos: uma nova maneira de ensinar ciências' aplicados aos professores da SEE/DF (seção 4.7); (g) avaliação feita pelas alunas sobre o projeto DynaLearn (seção 4.8).

### 4.1 Resultados dos testes aplicados aos alunos surdos

Os resultados desta análise são apresentados em duas tabelas. A primeira delas apresenta a média dos valores do grupo e a medida de dispersão calculada pelo desvio padrão das amostras.

**Tabela 1:** Média e desvio padrão do pré-teste e pós-teste aplicados aos grupos experimental e controle de alunos surdos

<b>Grupo: SURDOS</b>	<b>Média</b>	<b>Desvio padrão</b>
Pré-Experimental	50,00	12,28
Pós-Experimental	80,96	14,34
Pré-Controle	45,29	11,02
Pós-Controle	52,08	12,41

A segunda tabela apresenta os resultados compilados dos dois testes, paramétrico ( $t$  de Student) e não-paramétrico (Wilcoxon), aplicados aos dados

numéricos coletados. Apresentaram-se os dois resultados para conferir às amostras maior credibilidade, pois se nota que ambos demonstraram valores bastante aproximados. Os grupos experimental e controle possuíam 30 alunos cada. Para facilitar a leitura dos dados da tabela com relação à significância, será utilizada a legenda: S – Significativo; NS – Não Significativo; e AS – Altamente Significativo.

**Tabela 2** – Resultados dos testes estatísticos aplicados às amostras dos grupos experimental (n= 30) e controle (n= 30) de alunos surdos sobre o tema 'bloom de algas'

Item Nº	Grupo SURDOS	Valor de $p$		Significância
		t de Student	Wilcoxon	
1.1	Pré-Controle x Pré-Experimental	t = 1,56 p = 0,12	v = 553 p = 0,13	NS
1.2	Pré-Controle x Pós-Controle	t = -4,12 p < 0,01	v = 24 p < 0,01	S
1.3	Pré-Experimental X Pós-Experimental	t = -9,92 p < 0,001	v = 5 p < 0,001	AS
1.4	Pós-Controle x Pós-Experimental	t = 8,34 p < 0,001	v = 832 p < 0,001	AS

O objetivo desta primeira análise (item 1.1) é verificar se os estudantes selecionados para comporem o grupo experimental tinham o mesmo nível de conhecimento sobre o tema abordado que o grupo controle. Após a aplicação das provas estatísticas, verificou-se que não existem diferenças significativas ao nível de 5% na comparação dos pré-testes de ambos os grupos. Este resultado comprova que os estudantes escolhidos para comporem os dois grupos formavam um grupo homogêneo, do ponto de vista estatístico, em relação aos conhecimentos que tinham sobre o tema antes da aula que tiveram. Contudo, mesmo tendo sido demonstrado essa homogeneidade entre os grupos, a experiência de longos anos como professora mostra que, do ponto de vista educacional, nenhum aluno é igual ao outro, devido à cultura na qual está inserido, a vivência cotidiana, familiar e escolar.

A análise referente ao item 1.2, que compara os pré e pós-testes do grupo controle, procurou verificar se este grupo apresentaria melhora no seu desempenho, mesmo sem ter sido submetido ao tratamento com modelos qualitativos. O resultado obtido mostrou diferenças significativas entre os dois testes do mesmo grupo, e contraria o esperado pela pesquisadora. Diversos fatores podem ter contribuído para esse resultado: alguns componentes do grupo controle são bons alunos, que demonstram bom desempenho em todas as atividades que realizam, e que

realmente podem ter adquirido conhecimentos básicos sobre o 'bloom de algas'; o grupo recebeu uma aula expositiva dada pela pesquisadora sobre o tema, o que de certa forma suscitou curiosidade e questionamentos, respondidos pela pesquisadora durante a aula; e possivelmente a semelhança entre pré-teste e pós-teste também pode ter favorecido o efeito memória desses alunos.

A análise que trata da comparação entre o pré-teste e o pós-teste aplicados ao grupo experimental (item 1.3) demonstrou uma diferença altamente significativa em favor do pós-teste, o qual apresentou uma média variando entre 66,62 e 95,30, levando à rejeição da hipótese de nulidade apresentada para este tópico. Sendo assim, pode-se concluir que o uso dos modelos qualitativos como ferramenta didática no ensino influenciou no aprendizado do tema abordado, aumentando o nível de conhecimento dos alunos.

Diante dos resultados obtidos no item 1.2, o teste realizado no último arranjo (1.4), no qual se comparou os resultados do pós-teste aplicado aos grupos controle e experimental, ganhou importância especial. A análise dos resultados, tanto do teste paramétrico como do teste não-paramétrico, mostrou diferenças altamente significativas entre os dois grupos. Sendo assim, pode-se concluir que o crescimento do grupo experimental em relação aos conhecimentos que tinham sobre o tema abordado no experimento depois da aula que tiveram com o uso de modelos qualitativos foi bem superior ao crescimento alcançado pelo grupo controle entre o pré e o pós-teste.

Com base nos resultados apresentados pode-se dizer que, conforme citado na revisão de literatura, respeitados os requisitos essenciais à educação dos surdos, a promoção de seu desenvolvimento cognitivo certamente é favorecida. Os modelos qualitativos que compõem o DVD instrucional utilizado no desenvolvimento do projeto estão de acordo com tais requisitos que são: a pedagogia visual, defendida por Campello (2007), a metodologia bilíngue que garante ao surdo o seu envolvimento profundo no processo ensino-aprendizagem, como também o acesso ao vocabulário científico em LSB, que certamente foi um grande diferencial para o aprendizado desses alunos. Esses resultados confirmam os estudos anteriores realizados por Salles *et.al*, (2004; 2005), que demonstraram a importância da representação espacial e em forma de diagramas utilizadas nos modelos, pois com esses atrativos os alunos obtiveram resultados consistentes na habilidade de reconhecer objetos e processos, construir cadeias causais e aplicá-las em

determinadas situações, como também, tiveram efeito positivo no aprendizado de conceitos em ciências e biologia.

#### 4.2 Comparações dos textos escritos pelos alunos surdos dos grupos experimental e controle

A tabela abaixo apresenta os resultados das comparações entre as redações realizadas pelos alunos surdos dos grupos experimental e controle. Nesta análise utilizou-se o teste não-paramétrico – Wilcoxon, pois os dados não apresentaram distribuição normal (DIXON e MASSEY, 1969). O *n* amostral para essas análises foi de 26 alunos, pois quatro alunos do grupo controle apresentaram respostas de difícil compreensão, sendo desconsiderados. Logo, retiraram-se, aleatoriamente, quatro alunos do grupo experimental para que ambos os grupos ficassem com o mesmo número de alunos para efeito de análise.

**Tabela 3** – Resultados das análises comparativas dos textos escritos por alunos surdos dos grupos experimental (*n*= 26) e controle (*n*= 26) sobre o tema 'bloom de algas'

Item Nº	Grupo SURDOS	Inferências	Teste Wilcoxon Valor de v e p	Significância
1	Pré-Controle x Pré-Experimental	Total de inferências	v= 272,5; p= 0,45	NS
		Concl. Não-triviais	v= 252,5; p= 0,81	NS
		Concl. Triviais	v= 261,5; p= 0,56	NS
2	Pré-Controle x Pós-Controle	Total de inferências	v= 128,5; p= 0,06	NS
		Concl. Não-triviais	v= 129; p= 0,06	NS
		Concl. Triviais	v= 28; p= 0,39	NS
3	Pré-Experimental x Pós-Experimental	Total de inferências	v= 69,5; p= 0,03	S
		Concl. Não-triviais	v= 51; p < 0,001	AS
		Concl. Triviais	v= 56; p= 0,19	NS
4	Pós-Controle x Pós-Experimental	Total de inferências	v= 132; p < 0,001	AS
		Concl. Não-triviais	v= 113,5; p < 0,001	AS
		Concl. Triviais	v= 299; p= 0,13	NS

A análise referente ao primeiro item da tabela tem por objetivo demonstrar a equidade dos estudantes selecionados para compor o grupo experimental e controle com relação ao nível de conhecimento sobre o tema abordado. Após a aplicação da prova estatística sobre os textos produzidos pelos alunos, obteve-se o resultado esperado, ou seja, não houve diferenças estatísticas para o pré-teste entre o grupo experimental e controle para o total das inferências, para as conclusões não-triviais e para as conclusões triviais. Todos os valores encontrados foram maiores que o nível de significância estabelecido para esta pesquisa.

O item 2 refere-se às comparações realizadas entre as redações escritas no pré e pós-teste pelos alunos do grupo controle. Os resultados não mostraram diferenças significativas entre o total de inferências produzidas, entre as conclusões triviais e tampouco para as conclusões não-triviais. Apesar de este resultado ter se apresentado diferente na análise das questões objetivas, estatisticamente o grupo não demonstrou aumento em sua capacidade de fazer inferências quando escreveu a redação.

Para o grupo experimental (item 3), a análise demonstrou que houve diferenças significativas entre as redações do pré e pós-teste para o total de inferências produzidas e para as conclusões não-triviais. No entanto, não houve variação entre o pré e pós-teste para as conclusões triviais.

A análise do pós-teste aplicado aos dois grupos (item 4) apresentou diferenças significativas para o total de inferências e para as conclusões não-triviais. A quantidade de conclusões triviais não se mostrou significativamente diferente no pós-teste dos grupos experimental e controle.

Conforme estudos anteriores realizados por Salles *et al.* (2005), os resultados encontrados nessas análises, também demonstraram um aumento na capacidade dos alunos surdos de produzirem textos mais elaborados após o uso dos modelos qualitativos como ferramenta educacional. Baseado na Teoria da Relevância (Sperber e Wilson, 1995), observou-se que os alunos apresentaram mais eficiência na expressão linguística do raciocínio inferencial, demonstrada pelo aumento das conclusões não-triviais, porém, não houve, em contrapartida, uma diminuição considerável das conclusões triviais. É possível que, proporcionalmente, conclusões não-triviais substituam as conclusões triviais no pós-teste. Este fato precisa ser mais bem investigado em trabalhos futuros, para que se possa compreender o impacto do uso de modelos qualitativos na aprendizagem do português como

segunda língua dos surdos. Registre-se aqui que foram coletados dados sobre textos de alunos ouvintes, que serão analisados posteriormente.

### 4.3 Resultados dos testes aplicados aos alunos ouvintes

Análise semelhante à realizada com pré e pós-testes respondidos por alunos surdos, mostrada na seção 4.1, também foi feita com os grupos experimental e controle composto por estudantes ouvintes. Os resultados são apresentados nas tabelas a seguir.

**Tabela 4:** Média e desvio padrão do pré-teste e pós-teste aplicados aos grupos experimental e controle de alunos ouvintes

<b>Grupo: OUVINTES</b>	<b>Média</b>	<b>Desvio padrão</b>
Pré-Experimental	50,33	16,29
Pós-Experimental	82,33	12,78
Pré-Controle	50,00	13,13
Pós-Controle	53,33	18,81

**Tabela 5 –** Resultados dos testes estatísticos aplicados às amostras dos grupos experimental (n= 30) e controle (n=30) de alunos ouvintes sobre o tema 'aquecimento global e combustível'

<b>Item Nº</b>	<b>Grupo OUVINTES</b>	<b>Valor de p</b>		<b>Significância</b>
		<b>t de Student</b>	<b>Wilcoxon</b>	
2.1	Pré-Controle x Pré-Experimental	t = 0,09 p = 0,93	V = 467,5 p = 0,8	NS
2.2	Pré-Controle x Pós-Controle	t = -1,07 p = 0,29	V = 104 p = 0,47	NS
2.3	Pré-Experimental X Pós-Experimental	t = -9,8 p < 0,001	V = 0 p < 0,001	AS
2.4	Pós-Controle x Pós-Experimental	t = 6,98 p < 0,001	V = 811,5 p < 0,001	AS

A análise do item 2.1 corresponde à comparação dos pré-testes aplicados aos grupos controle e experimental, com o intuito de verificar a equivalência entre os estudantes selecionados para compor os grupos em relação ao nível de conhecimento sobre o tema abordado. O resultado dos testes estatísticos mostrou que não havia diferença significativa entre as amostras, ou seja, os estudantes ouvintes que foram escolhidos para compor os dois grupos formavam um grupo

homogêneo, do ponto de vista estatístico, em relação aos conhecimentos prévios sobre o tema abordado.

O segundo item tem o objetivo de verificar as diferenças dos resultados entre o pré e pós-teste aplicados ao grupo controle, mesmo sem ter sido submetido ao tratamento com modelos qualitativos. A análise estatística demonstrou que os estudantes ouvintes do grupo controle não apresentaram uma diferença significativa no nível de conhecimento que exibiam sobre o tema abordado antes e depois da aula expositiva sem o uso de modelos qualitativos.

A análise relativa ao item 2.3, que compara o pré e o pós-teste aplicados ao grupo experimental teve o intuito de verificar se houve algum 'aprendizado' depois do tratamento com modelos qualitativos. Os testes estatísticos demonstraram que o uso dos modelos qualitativos influenciou no aprendizado do tema abordado, aumentando o nível de conhecimento dos alunos.

No último item observado neste arranjo (2.4), no qual se analisou o pós-teste aplicado aos grupos controle e experimental, a intenção foi a de verificar se os estudantes selecionados para compor o grupo experimental apresentavam nível de conhecimento diferente do grupo controle sobre o tema abordado. As análises estatísticas demonstraram que, efetivamente, os alunos do grupo experimental, expostos aos modelos qualitativos, apresentaram melhores resultados em relação ao aprendizado dos conceitos sobre aquecimento global que os alunos do grupo controle.

Os resultados encontrados a partir das análises com os grupos de estudantes ouvintes também demonstraram um crescimento altamente significativo nas medições realizadas no grupo experimental antes e depois desses alunos terem usado os modelos, como também nos pós-testes aplicados ao grupo experimental em relação ao desempenho do grupo controle.

Na literatura sobre modelos qualitativos consultada pela pesquisadora, não foram encontrados registros de avaliações quantitativas com estudantes ouvintes, somente avaliações qualitativas, que serão discutidas posteriormente. No entanto, os estudos realizados com estudantes surdos envolvendo modelos qualitativos e aquisição de conceitos científicos são aplicáveis aos estudantes ouvintes, seguindo o pressuposto amplamente aceito de que o que é bom para o surdo, também favorece o ouvinte.

Além de usar o DVD instrucional, os alunos do grupo experimental puderam interagir com os modelos qualitativos, operando o programa Garp3 e utilizando modelos já existentes. Essa abordagem permitiu a eles compreender com mais propriedade os conceitos envolvidos nos modelos estudados. Dessa forma, quando lhes foi apresentado, no pós-teste, o modelo causal referente ao conteúdo abordado, eles não apresentaram dificuldades em responder os questionamentos, pois já eram capazes de fazer previsões e dar explicações sobre o sistema estudado.

Levando-se em conta esses resultados, conclui-se que o ensino de ciências pode se tornar mais prazeroso para o aluno quando se tem ferramentas didáticas que despertam seu interesse e favorecem seu desenvolvimento cognitivo.

#### 4.4 Análise das respostas ao questionário aplicado ao grupo 'Surdo Experimental (SE)'

Para que houvesse pleno entendimento de todas as questões apresentadas no questionário sobre o projeto desenvolvido submetido aos estudantes surdos e ouvintes dos grupos experimentais (Apêndice C), as mesmas foram interpretadas em língua de sinais pela pesquisadora e paulatinamente foram sendo respondidas pelos alunos surdos. Ao final do questionário, deixou-se um espaço para os alunos postarem seus comentários e sugestões sobre o projeto e o DVD instrucional. A amostra contém 30 alunos ( $n=30$ ) e todos responderam ao questionário. O quadro abaixo apresenta os resultados encontrados nas análises descritos em forma de porcentagem:

##### 1) Qual a sua opinião sobre a apresentação geral do DVD?

Opinião dos alunos	Excelente	Bom/Boa	Regular	Ruim
Respostas (%)	53,3%	40%	6,7%	0%

##### (2) O que você achou do conteúdo das atividades propostas no DVD?

Opinião dos alunos	Excelente	Bom/Boa	Regular	Ruim
Respostas (%)	46,7%	36,7%	16,7%	0%

**(3) Qual a sua opinião sobre o software (GARP3) utilizado para construir os modelos qualitativos?**

Opinião dos alunos	Excelente	Bom/Boa	Regular	Ruim
Respostas (%)	43,3%	36,7%	16,7%	3,3%

**(4) Qual a sua opinião sobre a linguagem (entidades, influências, proporcionalidades) utilizada para construir os modelos qualitativos?**

Opinião dos alunos	Excelente	Bom/Boa	Regular	Ruim
Respostas (%)	36,7%	50%	13,3%	0%

**(5) Qual a sua opinião sobre a clareza dos conceitos expressos nos modelos qualitativos?**

Opinião dos alunos	Excelente	Bom/Boa	Regular	Ruim
Respostas (%)	43,3%	40%	16,7%	0%

**(6) O que você achou do vocabulário usado nos modelos qualitativos para descrever os assuntos abordados?**

Opinião dos alunos	Excelente	Bom/Boa	Regular	Ruim
Respostas (%)	36,7%	36,7%	20%	6,7%

**(7) Qual a sua opinião sobre a clareza na apresentação das relações de causa – efeito nos modelos qualitativos?**

Opinião dos alunos	Excelente	Bom/Boa	Regular	Ruim
Respostas (%)	36,7%	40%	20%	3,3%

**(8) Como você classifica o seu entendimento sobre os problemas apresentados, depois de estudar os modelos qualitativos?**

Opinião dos alunos	Excelente	Bom/Boa	Regular	Ruim
Respostas (%)	43,3%	36,7%	16,7%	3,3%

**(9) Como você avalia a contribuição dos modelos qualitativos para a sua aprendizagem?**

Opinião dos alunos	Excelente	Bom/Boa	Regular	Ruim
Respostas (%)	53,3%	26,6%	20%	0%

**(10) O que você acha da idéia de usar modelos qualitativos na sala de aula?**

Opinião dos alunos	Excelente	Bom/Boa	Regular	Ruim
Respostas (%)	43,3%	53,3%	3,3%	0%

**Quadro 3 – Respostas dos alunos surdos ao questionário de avaliação (n= 30)**

Quando perguntados sobre a apresentação geral do DVD (questão 1), dos 30 alunos surdos que participaram do projeto, conforme mostra a tabela, 28 responderam que acharam a apresentação excelente ou boa, e apenas uma pequena porcentagem marcou a opção regular. O comentário a seguir demonstra a ampla aceitação do mesmo, porém com uma pequena observação:

“Eu senti que o curso foi bom. Gostei de aprender modelos qualitativos usando o DVD. Gostei de ver o surdo pessoalmente sinalizando, apesar de achar que o surdo sinalizava muito rápido no DVD.”

A grande maioria dos surdos valorizou muito o material apresentado, visto que apareciam atores surdos discursando sobre temas interessantes, como o aquecimento global. Com certeza eles não tiveram outra oportunidade de interagir sobre este assunto tão comum na mídia. Além do mais, sentiram-se motivados em saber que eles próprios poderiam participar do processo de produção de material para satisfazer as necessidades educacionais de sua comunidade.

Com relação ao conteúdo das atividades propostas no DVD (questão 2), a maioria dos alunos concordou ser o conteúdo ‘excelente’ ou ‘bom’, ou seja, condizente com o assunto abordado e compreensível, enquanto que um número pequeno de estudantes, apenas cinco, acharam este regular.

Quanto ao *software* (Garp3) e a linguagem (entidades, influências, proporcionalidades) utilizada para construir os modelos qualitativos (questões 3 e 4), a opinião dos alunos, de uma forma geral, foi bastante positiva. Eles disseram não apresentar dificuldades em compreender a linguagem utilizada no *software*. Apenas uma pequena parcela assinalou a resposta ‘regular’ e somente um aluno achou o *software* ruim, associando a este a sua dificuldade apresentada diante das novas tecnologias. O comentário a seguir demonstra este resultado.

“É bom. Eu sempre prestava atenção quando a professora mostrava o DVD para aprender melhor o conteúdo de biologia. Estudar biologia é muito importante para o futuro. Aprender para ter uma vida melhor. Eu gostei de aprender no GARP3, principalmente porque apresenta uma comparação em Libras, deixando a linguagem mais clara.”

A mesma opinião foi demonstrada no trabalho de Feltrini (2009), no qual os sinais criados em LSB relativos à linguagem utilizada na construção dos modelos foi

avaliada por um grupo de 17 estudantes surdos universitários, e também fizeram uma avaliação bastante positiva quanto à clareza destes.

A opinião dos alunos quanto a clareza dos conceitos expressos nos modelos qualitativos e o vocabulário usado para descrever os assuntos abordados (questões 5 e 6) foi em sua maioria excelente e boa, ou seja, eles concordam que, utilizando os modelos, o conteúdo de biologia é mais bem compreendido. Alguns alunos, porém, disseram ser a abordagem regular e apenas dois alunos do total acharam ruim o vocabulário usado para descrever os temas tratados no DVD. Seguem os comentários:

“Porque a professora ensinou muito bem para o surdo. A professora mostra o DVD para o surdo, ele aprende com mais facilidade. É mais fácil aprender usando a Libras no DVD e no computador. Entendo tudo com mais clareza quando sinalizado em Libras.”

“Eu gostei porque aprendi muito na escola. Porque aprendemos mais com os modelos qualitativos. Fica fácil decifrar com o novo vocabulário.”

Esta questão reforça a idéia de que o aprendizado dos alunos se mostra mais eficaz quando acontece em sua primeira língua. Oferecer aos surdos as mesmas condições de sucesso escolar oferecidas aos ouvintes significa oferecer atendimento educacional diferenciado que leve em consideração a situação linguística dele. Dessa forma, o DVD bilíngue satisfaz por completo esta condição.

Sobre a clareza na apresentação das relações de causa–efeito nos modelos qualitativos e se estes ajudam a entender melhor os problemas apresentados (questões 7 e 8), a maioria dos alunos concordou que essas relações demonstradas nos modelos facilitam o entendimento das situações-problema apresentadas. Um número bem reduzido de alunos assinalou a opção 'regular' nessas questões, enquanto que apenas um aluno achou difícil entender biologia utilizando o DVD, ou seja, não melhorou em nada seu entendimento. Alguns comentários positivos sobre essas duas questões:

“Sim, eu gostei de aprender biologia com os modelos. O DVD é bom. Fiquei admirada como melhorou a explicação. Entendi melhor as relações da árvore, solo, sombra.”

“Acho que não precisa melhorar nada. A aula foi simplesmente excelente. Apreendi muita coisa.”

“Eu gosto muito dessa maneira de aprender. Para um futuro melhor, aprender usando o DVD seria ótimo. Podemos melhorar com os modelos qualitativos. É ótimo para aprender várias coisas. Eu queria aprender mais coisas usando modelos.”

Essa demonstração quanto ao entendimento das relações de causa e efeito pode ser observada também na pesquisa realizada por Salles *et al.* (2004), na qual os alunos também apresentaram resultados satisfatórios quanto a habilidade de reconhecer objetos e processos, construir cadeias causais e aplicá-las em determinadas situações, demonstrando assim o entendimento dos problemas apresentados.

Mais da metade dos alunos avaliou positivamente a contribuição dos modelos na aprendizagem (questão 9), assinalando dessa forma o item ‘excelente’. Aqueles que assinalaram a resposta como sendo boa essa contribuição, totalizaram 26,6% e alguns acharam mediana essa contribuição.

“Foi muito bom ter nos ensinado ‘modelos qualitativos’, é muito importante para o nosso futuro.”

“O DVD e o curso foi uma ótima oportunidade de aprender biologia, então eu acho que não precisaria modificar nada. O curso junto com o DVD é ótimo para no futuro todos sabermos um pouquinho mais sobre biologia e o que acontece no mundo. Eu achei excelente o curso.”

Esta questão demonstra claramente o interesse em continuar aprendendo por meio dos modelos qualitativos. Pode-se dizer que, as respostas são condizentes às obtidas em uma avaliação feita por Zitek *et al.* (2009) em que os estudantes de mestrado e especialistas responderam que a linguagem da modelagem permite aos alunos interagirem e aprenderem mais sobre o fenômeno que está sendo estudado. Mesmo sendo grupos de avaliadores completamente diferentes, as opiniões convergem para o mesmo fim.

Quase que a totalidade (96,6%) dos alunos marcou a opção ‘excelente’ e ‘boa’ a sugestão de usar modelos qualitativos em sala de aula para o ensino de outros conteúdos (questão 10). Apenas um aluno achou ser uma idéia mediana e,

confirmando o resultado positivo dessa avaliação, nenhum estudante achou a idéia ruim.

“Achei o projeto uma excelente idéia, pois nos ajudou a aprender melhor os conteúdos. Podia continuar usando em todas as matérias ensinadas pelo professor nas aulas de biologia, isso ajudará os surdos aprofundarem mais os conteúdos.”

Conclui-se que os estudantes surdos demonstraram muito interesse em aprender por intermédio dos modelos qualitativos, principalmente pelo fato de os modelos terem sido apresentados a eles de uma maneira totalmente inovadora, o DVD bilíngue. Eles se sentiram motivados para estudar tendo como apoio um material didático idealizado para a educação de surdos.

#### 4.5 Análise das respostas ao questionário aplicado ao grupo ‘Ouvinte Experimental (OE)’

Os estudantes ouvintes responderam ao mesmo questionário (Apêndice C) no último dia do projeto. Os comentários postados por alguns alunos no final do questionário estão inseridos na análise da questão a que se referem. Os 30 alunos participantes deste grupo responderam o questionário. O quadro abaixo mostra em porcentagem os resultados obtidos das análises das respostas.

<b>1) Qual a sua opinião sobre a apresentação geral do DVD?</b>				
Opinião dos alunos	Excelente	Bom/Boa	Regular	Ruim
Respostas (%)	43,3%	56,7%	0%	0%
<b>(2) O que você achou do conteúdo das atividades propostas no DVD?</b>				
Opinião dos alunos	Excelente	Bom/Boa	Regular	Ruim
Respostas (%)	46,7%	46,7%	6,7%	0%
<b>(3) Qual a sua opinião sobre o software (GARP3) utilizado para construir os modelos qualitativos?</b>				
Opinião dos alunos	Excelente	Bom/Boa	Regular	Ruim
Respostas (%)	60%	40%	0%	0%

**4) Qual a sua opinião sobre a linguagem (entidades, influências, proporcionalidades) utilizada para construir os modelos qualitativos?**

Opinião dos alunos	Excelente	Bom/Boa	Regular	Ruim
Respostas (%)	46,7%	43,3%	10%	0%

**(5) Qual a sua opinião sobre a clareza dos conceitos expressos nos modelos qualitativos?**

Opinião dos alunos	Excelente	Bom/Boa	Regular	Ruim
Respostas (%)	20%	76,7%	3,3%	0%

**(6) O que você achou do vocabulário usado nos modelos qualitativos para descrever os assuntos abordados?**

Opinião dos alunos	Excelente	Bom/Boa	Regular	Ruim
Respostas (%)	43,3%	46,7%	10%	0%

**(7) Qual a sua opinião sobre a clareza na apresentação das relações de causa – efeito nos modelos qualitativos?**

Opinião dos alunos	Excelente	Bom/Boa	Regular	Ruim
Respostas (%)	33,3%	60%	6,7%	0%

**(8) Como você classifica o seu entendimento sobre os problemas apresentados, depois de estudar os modelos qualitativos?**

Opinião dos alunos	Excelente	Bom/Boa	Regular	Ruim
Respostas (%)	60%	36,7%	3,3%	0%

**(9) Como você avalia a contribuição dos modelos qualitativos para a sua aprendizagem?**

Opinião dos alunos	Excelente	Bom/Boa	Regular	Ruim
Respostas (%)	40%	53,3%	6,7%	0%

**(10) O que você acha da idéia de usar modelos qualitativos na sala de aula?**

Opinião dos alunos	Excelente	Bom/Boa	Regular	Ruim
Respostas (%)	60%	40%	0%	0%

**Quadro 4 – Respostas dos alunos ouvintes ao questionário de avaliação (n= 30)**

Quando questionados sobre a apresentação geral do DVD (questão 1), dos 30 alunos que participaram do projeto, todos (100%) acharam que a apresentação foi boa ou excelente. Seguem alguns comentários que comprovam esse resultado:

“O DVD na verdade é muito bom, pois ele é bem explicativo e valoriza bastante a linguagem de sinais, isto é muito bom para que ocorra a inclusão social.”

“Achei o DVD bom, mas deveria ter uma pessoa falando na metade da tela junto com o surdo (DA).”

“O DVD já está ótimo. Acho que deu para todo mundo entender bem. Não é preciso melhorar nada.”

A maioria dos alunos se mostrou impressionada com a produção de um DVD bilíngue. Ainda que a língua de sinais se apresente estranha para alguns, em outros, desperta interesse em aprendê-la. Neste caso, a função social do DVD foi satisfeita.

Quanto ao conteúdo das atividades propostas no DVD (questão 2), a grande maioria dos alunos (93,4%) achou que o conteúdo estava de acordo com os temas abordados, optando pelas alternativas 'excelente' e 'boa'. Apenas dois alunos acharam o conteúdo regular e não houve ninguém que estivesse em desacordo com essa questão.

Os temas tratados no DVD, principalmente o aquecimento global, são atuais e amplamente discutidos, o que de fato despertou o interesse dos alunos. A escolha desse assunto vai ao encontro da observação de Schnetzler (2002), trabalhar com temas sociais relevantes, os quais possibilitam a contextualização dos conhecimentos e o estabelecimento de inter-relações de aspectos multidisciplinares são primordiais para a aprendizagem.

Com relação ao software (Garp3) e à linguagem (entidades, influências, proporcionalidades) utilizada para construir os modelos qualitativos (questões 3 e 4), ampla maioria dos alunos opinou ser o Garp3 excelente ou bom, apresentando uma boa interação com este durante o desenvolvimento do projeto, porém uma pequena parcela dos alunos considerou mediana a linguagem utilizada para construir os modelos.

De fato, os alunos ouvintes se sentiram bastante à vontade com esta ferramenta tecnológica. Quando eram trazidos para o laboratório de informática, no qual reproduziam os modelos apresentados na exposição do DVD, eles sentiam uma atração muito grande pelo *software*. Quanto à linguagem, foi aos poucos sendo internalizada pela maioria.

A opinião dos alunos sobre a clareza dos conceitos expressos nos modelos qualitativos e o vocabulário usado para descrever os assuntos abordados foi bastante positiva (questões 5 e 6). A maioria deles disse ter apresentado uma boa compreensão dos conceitos apresentados. Apenas um aluno disse não ter compreendido muito bem esses conceitos, marcando, portanto a opção 'regular' e alguns acharam que o vocabulário não estava suficientemente claro para descrever os temas tratados no DVD.

A linguagem simples utilizada nos modelos e sua representação diagramática e visual dos conceitos propiciam um entendimento claro dos temas abordados, no entanto alguns alunos não se dedicaram o suficiente com vistas a uma aprendizagem plena, o que justificam as opiniões contrárias.

Sobre a clareza na apresentação das relações de causa—efeito nos modelos qualitativos e se estes ajudam a entender melhor os problemas apresentados (questões 7 e 8), os alunos responderam, quase que na sua totalidade, que estas relações são claras e demonstraram que o entendimento das situações-problema utilizando os modelos qualitativos é mais fácil. Apenas dois alunos apresentaram dúvidas e marcaram a opção 'regular' com relação à clareza das relações de causa-efeito.

Ao expor os alunos ao modelo causal dos temas abordados no DVD, eles foram capazes de fazer a leitura completa do sistema, utilizando tanto o raciocínio descritivo quanto explicativo, demonstrando pleno entendimento da cadeia causal, o que comprova resultados de pesquisas anteriores realizadas com surdos em Salles *et al.* (2004), os quais podem se estender aos ouvintes.

A grande maioria dos alunos avaliou como excelente ou boa a contribuição dos modelos qualitativos para a sua aprendizagem (questão 9). Uma pequena parcela (6,7%) achou que não influencia tanto assim. Os comentários confirmam os resultados:

“Foi muito importante, pois aprendi coisas novas e legais que podem servir para mim daqui para frente.”

“Com esse projeto eu pude me informar mais de assuntos importantes. Espero que esse projeto prossiga por mais tempo na escola para que outras pessoas possam aprender com ele.”

“O projeto nos ajuda a melhorar e ter mais conhecimento.”

Os comentários dos alunos demonstram a necessidade que eles possuem em aprender de forma inovadora, com metodologias diferenciadas que os satisfaçam e proporcionem um desenvolvimento pleno. Esta observação confirma o comentário de Osborne (1996), citado por Júnior (1998), sobre a necessidade de os procedimentos de ensino ter amplo e variado espectro de estratégias, procurando atender as necessidades apresentadas advindas dos vários estilos de aprendizagem dos estudantes. Nesse sentido, os modelos qualitativos se encaixam nos anseios dos alunos.

Todos os alunos apresentaram interesse pelos modelos qualitativos e 100% deles gostariam que fossem usados em outras disciplinas na sala de aula (questão 10), pois afirmam que utilizando os modelos torna-se mais claro o entendimento dos assuntos em geral.

“Eu acho uma boa idéia! Vai ajudar muita gente, principalmente o ensino fundamental. É preciso modernizar a escola, os laboratórios, aulas mais didáticas. Iria ser uma boa!”

Outros comentários relevantes:

“Eu acho que nem precisa melhorar nada. Dessa maneira é um ótimo jeito de aprender.”

“O método está bom. Acredito que precisaria apenas ser um pouco mais dinâmico, talvez.”

“Eu acho que é muito bom, mas o espaço da escola que não é muito bom.”

Conclui-se que os estudantes ouvintes se mostraram muito interessados no aprendizado por intermédio dos modelos qualitativos. Todos argumentaram que o DVD instrucional bilíngue é uma ferramenta didática inovadora e que auxilia tanto na assimilação do conteúdo quanto na ampliação do vocabulário. Alguns comentaram que o DVD, às vezes, se tornava um pouco lento e monótono, no entanto, não lhe foi tirado o mérito de sua utilidade. Os resultados das avaliações se mostraram favoráveis ao uso do novo material didático como método de ensino.

#### 4.6 Comparação entre as percepções dos alunos surdos e ouvintes quanto ao aprendizado mediado por modelos qualitativos

Os grupos de alunos surdos e ouvintes que participaram do projeto externaram suas percepções sobre o uso do DVD instrucional bilíngue baseado em RQ por meio do questionário de avaliação. As respostas obtidas de ambos os grupos apresentaram resultados que demonstram diferentes perspectivas a respeito do mesmo material. Diante das especificidades de cada grupo, cada resposta traz uma interpretação única, capaz de revelar os interesses inerentes ao grupo no qual o respondente está inserido.

Quando perguntados sobre a apresentação geral do DVD, por exemplo, a maioria dos integrantes de ambos os grupos achou excelente, porém, a partir dos comentários de cada grupo é possível perceber que para os surdos, o que mais lhes chamou a atenção foi o fato de o DVD ser bilíngue, sendo os temas abordados por atores surdos. Essa observação gerou grande satisfação e empatia entre os alunos surdos. Por sua vez, os alunos ouvintes comentaram sobre a função social da língua de sinais, e demonstraram, inclusive, interesse em aprender esta língua para poderem transpor a barreira da comunicação com os surdos.

Quanto à opinião dos alunos em relação ao *software* (Garp3) e a linguagem utilizada para construir modelos qualitativos, os resultados demonstraram que ambos os grupos não apresentaram dificuldades expressivas, e o surdo fez questão de destacar que a linguagem apresentada em LSB facilitou muito mais o processo de compreensão do que estava sendo explicado, o que reforça a necessidade de o ensino para surdos embasar-se na modalidade visual, defendida por Campello (2007). Os ouvintes destacaram a importância de se promover o aprendizado utilizando-se das novas tecnologias, o que, de certa forma, são recursos bastante motivadores para estes alunos.

A opinião dos dois grupos analisados foi bastante positiva quanto à clareza dos conceitos expressos nos modelos qualitativos e do vocabulário utilizado para tratar dos temas abordados, como também sobre a clareza na apresentação das relações de causa e efeito. Todos concordaram que os modelos qualitativos favorecem o aprendizado e facilitam o entendimento das situações-problema apresentadas. Os surdos reforçam a opinião de que o aprendizado por meio do DVD

facilita a compreensão de temas e conceitos de biologia e propiciam melhor compreensão do mundo. Os ouvintes compartilham da mesma opinião e almejam que este projeto seja estendido a outros estudantes. Esses comentários são condizentes com Salles e Bredeweg (2005), que afirmam que os modelos abordam um conjunto de conceitos relevantes que aumentam o entendimento de sistemas complexos fundamentais para a aprendizagem.

De modo geral, surdos e ouvintes gostariam que modelos qualitativos fossem utilizados como material didático para o ensino de outras disciplinas. Os surdos sentiram-se bastante motivados, pois, apresentado na perspectiva bilíngue, o material favorece a aquisição de conhecimentos e o desenvolvimento do pensamento, como também aprimora a escrita da língua portuguesa (SKLIAR,1997). Os ouvintes argumentaram que o DVD instrucional bilíngue é uma ferramenta didática inovadora, porém, em determinados momentos preferiram trabalhar com os modelos qualitativos sendo implementados diretamente no programa Garp3, pois o DVD tornava-se lento e monótono, não havendo uma sintonia entre a língua de sinais e a língua portuguesa oral.

#### **4.7 Análise das respostas ao questionário aplicado aos professores**

Os professores, participantes do curso 'Modelos qualitativos: uma nova maneira de ensinar ciências a alunos surdos e ouvintes', responderam ao questionário de avaliação (Apêndice G), no qual puderam expressar sua opinião sobre como os modelos qualitativos atuam no processo ensino-aprendizagem de ciências em relação à aquisição de conceitos científicos por alunos surdos e ouvintes. As opções dos professores foram classificadas como segue: *{concordo plenamente, concordo, talvez, discordo, discordo completamente}*. As respostas estão relacionadas à formação de conceitos, a capacidade de fazer inferências, analogias e deduções. Cabe lembrar que 22 questionários foram analisados. Os resultados serão apresentados em forma de porcentagem de respostas para cada pergunta.

**(01) A exploração de modelos qualitativos em atividades educacionais permite inter-relacionar objetos de conhecimento de diferentes áreas (por exemplo, ciências da natureza e ciências humanas) e implementar projetos interdisciplinares.**

Opinião dos professores	concordo plenamente	concordo	talvez	discordo	discordo completamente
Respostas (%)	6 (27%)	16 (73%)	0	0	0

**(02) Material didático desenvolvido com modelos qualitativos pode contribuir para que o aluno surdo, bem como o ouvinte, desenvolva a expressão escrita e elabore textos (redações, ensaios sobre temas científicos) que apresentem progressão temática e estruturação bem desenvolvidas.**

Opinião dos professores	concordo plenamente	concordo	talvez	discordo	discordo completamente
Respostas (%)	7 (32%)	12 (54%)	3 (14%)	0	0

**(03) A análise do comportamento descrito em um modelo qualitativo permite aos alunos surdos e ouvintes fazerem inferências, analogias e deduções sobre o sistema representado.**

Opinião dos professores	concordo plenamente	concordo	talvez	discordo	discordo completamente
Respostas (%)	7 (32%)	15 (68%)	0	0	0

**(04) O uso de modelos qualitativos contribui para que os estudantes surdos e ouvintes adquiram um vocabulário a respeito de um fenômeno específico, ou de uma classe de fenômenos.**

Opinião dos professores	Concordo plenamente	concordo	talvez	discordo	discordo completamente
Respostas (%)	13 (59%)	9 (41%)	0	0	0

**(05) O material didático apresentado em forma de DVD bilingüe intitulado: “O Uso de Modelos Qualitativos na Educação Científica de Estudantes Surdos e Ouvintes” facilita o entendimento dos temas abordados pelos alunos.**

Opinião dos professores	concordo plenamente	concordo	talvez	discordo	discordo completamente
Respostas (%)	7 (32%)	14 (64%)	1 (4%)	0	0

**(06) Dada uma situação-problema, o uso do modelo qualitativo contribui para que o aluno surdo e o aluno ouvinte organizem estratégias de ação e selecionem métodos para a solução do problema.**

Opinião dos professores	concordo plenamente	concordo	talvez	discordo	discordo completamente
Respostas (%)	4 (18%)	12 (55%)	6 (27%)	0	0

**(07) Modelos qualitativos sobre um tema específico podem ajudar os alunos surdos e os ouvintes a produzir explicações, formular hipóteses e prever resultados.**

Opinião dos professores	concordo plenamente	concordo	talvez	discordo	discordo completamente
Respostas (%)	6 (27%)	11 (50%)	5 (23%)	0	0

**(08) O uso de um modelo qualitativo sobre um tema específico contribui para que os alunos surdos e ouvintes formulem e articulem adequadamente argumentos sobre a importância do fenômeno descrito.**

Opinião dos professores	concordo plenamente	concordo	talvez	discordo	discordo completamente
Respostas (%)	4 (18%)	12 (55%)	6 (27%)	0	0

**(09) Com o apoio de modelos qualitativos, os alunos surdos e ouvintes poderão analisar e confrontar possíveis soluções para uma situação-problema.**

Opinião dos professores	concordo plenamente	concordo	talvez	discordo	discordo completamente
Respostas (%)	4 (18%)	15 (68%)	3 (14%)	0	0

**Quadro 5 – Respostas dos professores ao questionário de avaliação (n=22)**

A opinião da maioria dos professores foi favorável à exploração de modelos qualitativos em atividades educacionais, pois concordam ser esta uma atividade que permite inter-relacionar objetos de conhecimento de diferentes áreas e implementar projetos interdisciplinares (questão 1). Nenhum dos professores apresentou incerteza ou discordou deste ponto. Alguns comentários confirmam este resultado:

“Pois quando exploramos tais modelos já estamos inter-relacionando conhecimentos de diferentes áreas e favorecendo a interdisciplinaridade.”

“Porque permite inter-relacionar diferentes áreas, principalmente quando se trabalha com projetos.”

“Pois desenvolve o raciocínio lógico que é importante para compreensão de todos os componentes curriculares.”

“Com os temas que foram trabalhados nos vídeos é possível fazer essa inter-relação entre as áreas do conhecimento.”

Alguns professores comentaram que modelos fornecem subsídios que enriquecem o aprendizado, de forma que o aluno consiga relacionar o que é aprendido na escola com o que acontece na realidade de seu cotidiano.

“Pois o aluno é levado através do modelo a pensar, interpretar e contextualizar todos os conteúdos em seu cotidiano.”

“É mais um recurso a ser utilizado como um fator enriquecedor para o aprendizado e para o desenvolvimento do raciocínio do aluno surdo e ouvinte.”

Professores que participaram da avaliação do modelo 'Riacho Fundo' (BREDEWEG *et al.*, 2007) também concordaram com essa afirmação. Alguns comentários reafirmaram que temas como 'Educação Ambiental' poderia ser utilizado como eixo principal na implementação de projetos interdisciplinares explorados por intermédio dos modelos qualitativos, interagindo até mesmo com áreas das ciências humanas.

No entanto, é preciso reiterar que, devido à grade curricular fechada vigente nas escolas, para obter-se melhor aproveitamento do uso de modelos qualitativos, o ideal seria adotar a pedagogia de projetos, com a qual seria possível desenvolver trabalhos interdisciplinares. Essa proposta foi abordada pelo grupo de professores durante uma intervenção feita pela pesquisadora, na qual se promoveu um momento de discussão sobre as dificuldades enfrentadas pelos alunos no ensino de ciências, principalmente do aluno surdo, tendo em vista suas especificidades. A grande maioria dos professores concordou que, se tivessem a oportunidade de realizar projetos utilizando-se de modelos qualitativos, os alunos surdos poderiam ser trabalhados com mais propriedade, o que favoreceria o aprendizado de diversos conceitos.

A segunda questão trata da competência linguística dos alunos em relação à escrita da língua portuguesa. Grande parte dos professores concorda ou concorda plenamente com a afirmação de que o material didático desenvolvido com modelos qualitativos possa contribuir para que os alunos elaborem textos com progressão temática e estruturação mais bem desenvolvidas. As opiniões expressas nos comentários dos professores demonstram consonância com os resultados encontrados.

“Modelos qualitativos são construídos com conhecimentos incompletos a respeito de um sistema. O estudante pode aprofundar seus conhecimentos, construindo sua aprendizagem, desenvolvendo seu raciocínio.”

“Tanto o aluno ouvinte quanto o surdo se beneficiam com este material. O desenvolvimento na expressão escrita e na aquisição de conceitos científicos é visível.”

“O texto terá coesão, pois a leitura sequencial do modelo permitirá isso.”

“O professor pode pedir para os alunos fazerem pesquisa sobre os temas, comentários sobre gravuras relacionadas ao tema ou elaboração de textos a partir de uma gravura ou frases, palavras, etc.”

Apesar de concordar, um professor argumenta que há diferenças entre o processo de desenvolvimento da escrita para o aluno ouvinte e para o surdo.

“Para os ouvintes é bastante interessante, mas para os surdos que ainda apresentam certa resistência em redigir e conseqüentemente não possuem ou não demonstram fluência de idéias na forma escrita, ainda é bastante complicado. Porém, os surdos demonstram em Libras que compreendem o fenômeno descrito.”

Alguns professores demonstraram incerteza quanto à produção textual dos estudantes surdos, recorrendo às dificuldades dos mesmos quanto à linguagem.

“Percebi grande dificuldade na expressão escrita científica pelo surdo.”

“Na série em que foi aplicada, os alunos sentiram dificuldade em elaborar um pequeno texto, talvez a estruturação bem desenvolvida citada esbarre na própria estruturação da Libras.”

Esta questão vem ao encontro das manifestações favoráveis dos professores relatadas em Feltrini (2009) com relação à produção escrita do aluno surdo. Uma professora comentou que apesar de toda a dificuldade que ele apresenta em língua portuguesa, ao associar essa língua ao modelo causal, possivelmente o surdo conseguirá desencadear as idéias de causa e consequência, melhorando, dessa forma, a produção de textos.

Neste mesmo trabalho outro professor comenta que com a socialização de conhecimentos, a discussão, a contextualização conectados com o cotidiano do aluno, certamente possibilitaria um aprendizado significativo e, conseqüentemente ficaria mais fácil a estruturação das idéias em um texto. Nesse sentido, fica claro o papel do professor mediador no processo de aquisição de conceitos, pois, utilizando-se da linguagem simples expressa nos modelos qualitativos, os alunos se apropriarão dessas significações quando perceber a relação entre as ações e as situações, compreendendo e incorporando esse significado ao seu repertório (VIGOTSKY, 1998).

Grande parte dos professores, 68%, concordou com a afirmação de que a análise de um comportamento descrito em um modelo qualitativo permitiria aos alunos fazerem inferências e analogias sobre um determinado sistema (questão 3), e 32% concordaram plenamente. Interessante notar que nenhum professor apresentou incerteza ou discordou desta questão. Os comentários demonstram claramente a opinião deles.

“Essas inferências, analogias e deduções ocorrerão a partir do momento em que o aluno compreende e automatiza o processo, então, ele consegue inferir, deduzir...”

“A partir dos gráficos e gravuras, bem como dos modelos, é possível os alunos elaborarem conceitos e deduções de resultados.”

“Desde que ele compreenda, ele automatiza e em outra situação poderá deduzir e chegar ao ponto desejado.”

“Permitem fazer deduções e analogias sobre conhecimentos diversos como os vistos em jornais, revistas e TV.”

“Porque após verem o DVD, eles procuraram em outras fontes o que foi apresentado, podendo desta maneira fazer analogias.”

Esses comentários confirmam as pesquisas anteriores (BREDEWEG *et al.*, 2007; FELTRINI, 2009; ZITEK *et al.*, 2009), nas quais a maioria dos respondentes concordou que por meio das simulações realizadas no Garp3 era possível perceber as inter-relações do sistema apresentado com a realidade do seu cotidiano, podendo dessa forma, fazer inferências e analogias e reconhecendo o seu papel como parte do sistema o qual está sendo estudado.

Quando perguntados se o uso de modelos qualitativos contribui para que os estudantes adquiram um vocabulário a respeito de um fenômeno específico, ou de uma classe de fenômenos (questão 4), os resultados demonstraram que 100% dos avaliadores concordam com essa afirmativa. Não houve discordância quanto a esta questão.

“Se trabalhados em tempo hábil e com frequência, os alunos desenvolverão certa familiaridade com a linguagem utilizada, ampliando, dessa forma, o seu vocabulário.”

“MQ leva ao desenvolvimento do raciocínio lógico e contribui para enriquecer e adquirir vocabulário científico.”

“(...) Porque o material utilizado com uma nova linguagem (sinais novos) proporciona enriquecimento do mesmo.”

“Até os elementos que compõem os modelos qualitativos já enriquecem o vocabulário.”

“Muitos dos sinais apresentados eram desconhecidos e foram criados para representar um fenômeno, e isto contribui para que o aluno amplie seu vocabulário.”

Uma atividade torna-se motivadora se o conteúdo for de interesse da pessoa e se a tarefa tiver um objetivo. Os temas desenvolvidos a partir dos modelos qualitativos geralmente são relacionados a fatos cotidianos, o que permite um envolvimento contínuo por parte dos alunos. Na medida em que são socializados em sala de aula, juntamente com materiais didáticos complementares, os modelos qualitativos permitirão aos alunos associarem suas etapas de construção a qualquer fenômeno, dessa forma, o novo vocabulário vai sendo internalizado por eles.

No trabalho de Feltrini (2009) uma professora reafirma a importância dos modelos qualitativos no enriquecimento do vocabulário dizendo que quando o aluno aprende a utilizar a ferramenta e entende as partes que compõem um processo, ele se apropria da terminologia sem dificuldades, e dessa forma, facilita o aprendizado de novos conceitos. No entanto, essa aquisição por parte dos alunos surdos é facilitada se o processo de mediação da aprendizagem acontecer em sua primeira língua, pois é no espaço de utilização da linguagem que, segundo Schnetzler e Aragão (1995), o aluno aprende na tentativa de atribuir significados às palavras que não lhes são familiares.

Com relação ao material didático apresentado em forma de um DVD instrucional bilíngue (questão 5), questionou-se se este facilita o entendimento dos temas abordados pelos alunos. A grande maioria dos avaliadores concordou ou concordou plenamente com esta afirmativa. Apenas um professor assinalou a resposta 'talvez'. Alguns professores que concordaram plenamente fizeram as seguintes observações:

“Quando se tem a exposição do assunto em Libras e o áudio em Português, este material se torna acessível a estes alunos, apesar de os ouvintes acharem um pouco repetitivo.”

“É possível integrar conteúdos mais complexos e *softwares* educacionais. O professor pode desenvolver várias propostas, desde que professor e aluno tenham acesso a cursos de capacitação.”

“Torna o tema mais fácil de ser entendido pelo aluno surdo e faz com que o aluno ouvinte se interesse por uma nova língua.”

“Facilita para o aluno surdo, pois este tem o auxílio do glossário e para o ouvinte ter contato com uma nova língua.”

“Sim. Possibilita tanto para o aluno surdo quanto para o aluno ouvinte o entendimento de determinado assunto abordado.”

Outros comentários daqueles que concordaram com esta afirmativa demonstram a importância do material, porém com algumas ressalvas:

“Facilita, desde que o aluno tenha um conhecimento prévio das novas tecnologias.”

“Concordo. Para os alunos ouvintes houve um interesse pela Libras, porém, este fato os dispersou um pouco do conteúdo essencial.”

“Apesar de ter aplicado o material somente para ouvintes, estes passaram a conhecer os sinais e seus significados, e isso facilitou o entendimento.”

“A apresentação detalhada com a linguagem e códigos facilitam o entendimento dos temas.”

O único professor que demonstrou incerteza com relação a esta questão justificou dizendo que os alunos ouvintes sentiram um pouco de dificuldade na compreensão de alguns termos do sistema apresentado.

Os professores puderam vivenciar esta situação de perto, pois tiveram a oportunidade de aplicar o DVD aos seus alunos e, dessa forma, comprovaram a eficácia desse material didático na aquisição de conceitos científicos demonstrada nos comentários acima.

Este material inédito, produzido em Feltrini (2009), proporcionou aos surdos uma interação plena com os temas desenvolvidos por intermédio dos modelos qualitativos, pois, além de serem favorecidos pela representação visual da interface do Garp3, imprescindível à sua compreensão, também puderam se apropriar do conteúdo sem restrições, pois o mesmo se deu em sua primeira língua, permitindo o seu pleno desenvolvimento cognitivo. Essa observação concorda com Quadros (1997 e 2004), que afirma que o meio de instrução por intermédio da língua de sinais gera um ambiente apropriado à forma de processamento cognitivo e linguístico dos alunos surdos.

De maneira geral os avaliadores estão de acordo com a afirmativa de que diante de uma situação-problema, o uso do modelo qualitativo contribui para que o

aluno organize estratégias de ação e selecione métodos para a solução do problema (questão 6). Os comentários ratificam este resultado:

“Podem organizar um diagrama com as relações de causa e efeito, construir o modelo causal de acordo com o interesse e necessidade na resolução de problemas.”

“Possibilita a visualização de cada parte, levando o aluno a pensar e obter os resultados.”

“Sim, pois faz o aluno pensar, raciocinar, levando-o a organizar suas idéias através da organização obtida pela visualização do modelo.”

Alguns professores, apesar de concordarem, argumentam que para que o aluno alcance este nível de organização vai depender da compreensão plena do mecanismo do sistema e, também do interesse pessoal de cada um.

“Mas isto fica a critério do aluno, que pode mostrar interesse ou não.”

“Concordo. Apesar de alguns não entenderem bem o mecanismo do sistema.”

Uma pequena parcela apresentou incerteza em relação a esta questão. Eles alegam ser necessário que o aluno tenha um conhecimento prévio do assunto e direcionamento por parte do professor. Seguem algumas argumentações que demonstram esse resultado:

“Talvez: Se os alunos tiverem algum conhecimento prévio possivelmente poderão organizar algumas estratégias de ação.”

“Se o professor provocar uma dada situação é possível que os alunos se organizem e busquem soluções para os problemas ou situações-problema.”

Os comentários sobre esta questão em Bredeweg *et al.* (2007) também classificam como positiva essa afirmação, porém atribuem ao professor o papel de gerenciador desse processo. O tema deve ser discutido previamente, posteriormente deve ser implementado no programa, oportunizando aos alunos a compreensão das causas e consequências por meio das simulações, e só então, a partir dessa visão panorâmica da situação-problema o professor deverá propor momentos de reflexão para que o aluno se sinta capaz de propor soluções que poderão intervir no meio em que vive.

Para 77% dos professores os modelos qualitativos sobre um tema específico podem ajudar os alunos surdos e os ouvintes a produzir explicações, formular hipóteses e prever resultados (questão 7). Alguns apresentaram incerteza, 23%, no entanto, não houve nenhuma discordância. Os comentários confirmam esses resultados:

“Para mim, os modelos qualitativos aprimoram o método científico, permitindo ao aluno a formulação de hipóteses e a previsão de resultados com mais consciência.”

“Sim, pois o modelo possibilita a elaboração de idéias organizadas a partir do raciocínio lógico e do questionamento.”

“Oportuniza ao aluno construir pensamentos através das reflexões e debates, levando à contextualização dos temas abordados.”

Alguns comentários de avaliadores que concordam com esta questão demonstram certa preocupação quanto à formulação de hipóteses e previsão de resultados, referindo-se às séries iniciais do ensino fundamental.

“Como trabalhamos com alunos de 5ª e 6ª série, fica muito difícil para eles a formulação de hipóteses sem a participação do professor.”

“Formular hipóteses e prever resultados já se tornam conhecimentos bem avançados para alguns alunos, pois requerem conhecimentos prévios.”

Aqueles que demonstraram incerteza nesta afirmação referem-se em sua maioria aos estudantes surdos. Argumentam que as dificuldades são advindas da própria língua portuguesa, o que nos remete ao velho problema da comunicação, ou seja, as partes não estão preparadas para enfrentarem novas metodologias se não se preparem com antecedência. Seguem os comentários:

“Talvez. Para os ouvintes sim, mas para os surdos percebi dificuldade de se expressarem mesmo com recursos visuais. Acho difícil, para a série que apliquei (5º ano), os surdos produzirem, formularem hipóteses e prever resultados.”

“Percebo que podem ocorrer dificuldades por parte dos alunos surdos nestes quesitos.”

“Os alunos surdos apresentaram muita dificuldade em expressar o português escrito. Conseguiram produzir explicações, porém, formular hipóteses, somente com interferência do professor.”

Os comentários que demonstram alguma incerteza quanto à formulação de hipóteses e previsão de resultados devem-se ao fato de que muitos dos professores

que participaram do curso atuavam em turmas de ensino fundamental (5º ao 9º ano) com alunos surdos, e isto certamente envolve a questão da linguagem. Muitos desses alunos estão inseridos em salas de aula inclusivas, não lhes sendo oferecida uma educação bilíngue que lhes permita a construção plena do conhecimento, logo, torna-se difícil a produção de explicações para determinados fatos quando estes são abordados em língua portuguesa.

As atividades que compõem o DVD foram pensadas para atender alunos do ensino médio, no entanto, a procura por novos métodos e materiais que satisfaçam o ensino de ciências para surdos atraiu um grande número de professores de diversos níveis de ensino. Não lhes foi privado o direito de frequentar o curso, porém, surgiram algumas limitações quanto ao avanço na aplicação do DVD a seus alunos, mas ainda assim a experiência foi bastante positiva.

Em Feltrini (2009) a maioria dos professores concordou com o fato de os modelos ajudarem os alunos a produzir explicações e prever resultados e comentaram que, se o aluno tiver a oportunidade de modificar os modelos e testá-los, isto permitirá que eles desenvolvam o raciocínio lógico e cheguem a novos resultados. Os modelos são uma ótima ferramenta de análise, pois disponibilizam informações que dão suporte para comparar, debater, examinar e emitir pareceres com mais confiança sobre o tema apresentado.

Quando questionados se o uso de um modelo qualitativo sobre um tema específico contribui para que os alunos melhorem sua capacidade de argumentação (questão 8), muitos dos avaliadores concordaram com esta questão. Uma pequena parcela assinalou a alternativa 'talvez' e nenhum professor discordou dessa afirmativa. Os comentários a seguir demonstram os resultados.

“Através de um modelo qualitativo o aluno tem subsídios para um debate sobre o fenômeno descrito.”

“A partir do momento em que o aluno é capaz de organizar suas idéias, ele também é capaz de articular adequadamente.”

“O *software* permite o desenvolvimento do raciocínio lógico, que pode ser obtido em conjunto com muito diálogo e explicações, possibilitando aos alunos formularem seus argumentos.”

Alguns professores concordam com a contribuição dos modelos na capacidade de argumentação dos alunos, porém, defendem o ponto de vista de que os mesmos precisam antes ter o domínio dessa ferramenta.

“Se os alunos conhecerem muito bem o uso do modelo qualitativo poderão argumentar tal importância.”

“Se o aluno tiver domínio do modelo qualitativo, pode ser que argumentem esse fenômeno.”

Um dos professores que trabalha com estudantes ouvintes comentou que para o aluno ouvinte que através da audição internaliza o que se veicula nos meios de comunicação torna-se mais fácil articular e argumentar sobre os temas propostos. Contudo, é importante ressaltar que no processo ensino-aprendizagem de estudantes surdos deve-se privilegiar o uso de recursos visuais, e nesse aspecto os modelos causais favorecem o ensino desses alunos por meio de sua representação diagramática e visual, o que possibilita aos alunos produzir argumentos para explicar melhor os fenômenos.

Os professores que avaliaram o modelo constante em Bredeweg *et al.* (2007) concordaram que os modelos melhoram a capacidade de argumentação dos alunos sobre a importância de um fenômeno descrito, principalmente por ser possível ter uma visão global do sistema o que de certa forma, favorece a compreensão do que possa acontecer no seu dia-a-dia.

Um professor comenta em Feltrini (2009) que quando os surdos conseguem visualizar por meio dos modelos causais as relações entre os objetos, eles podem ter argumentos mais consistentes para explicar os fenômenos.

A maioria dos professores concorda plenamente ou concorda com o apoio que os modelos qualitativos dão aos alunos em busca de soluções para as diversas situações (questão 9). Alguns comentários confirmam este resultado.

“Quando o aluno automatiza e compreende, ele consegue chegar a possíveis soluções, como pode observar nas aulas usando os modelos qualitativos.”

“MQ oferece apoio pedagógico ao estudante e ao professor, aumentando a compreensão sobre diversos fenômenos.”

“O modelo possibilita questionamentos entre os alunos, fazendo com que ocorram propostas de soluções, ou até mesmo o favorecimento deste em buscar soluções através de outros instrumentos.”

“Porém, é necessário que o aluno procure novas fontes que complementem o conhecimento ou provoquem novas situações-problema.”

Alguns avaliadores argumentaram que nas séries iniciais do ensino fundamental as análises e soluções foram muito superficiais. Outros sugeriram um número maior de aulas, com temas diferentes, para que os alunos fossem se familiarizando com o processo e dessa forma diminuiriam as dificuldades.

Houve uma pequena parcela que assinalou a opção ‘talvez’ (14%). Estes professores argumentam que para os surdos será necessário mais tempo para que se consiga alcançar êxito nas análises e possíveis soluções. Segue o comentário:

“Talvez. Para os ouvintes essa análise será mais rápida, enquanto para os surdos, o tempo será outro, com algumas intervenções.”

Zitek (2009) mostrou o modelo que estava sendo avaliado em sua pesquisa a diversos grupos de usuários e concluiu que para cada grupo deve ser adotada uma forma diferente de se apresentar o modelo. Esta conclusão pode ser generalizada para o campo educacional, visto que, existem diversas realidades nas quais os modelos podem ser introduzidos, porém, devem ser respeitadas as singularidades de cada grupo.

Na questão número 10 do questionário de avaliação os professores apresentam sugestões para melhorar o DVD instrucional e as atividades a serem utilizadas em sala de aula, como também, relatam os benefícios e as dificuldades ocorridas na aplicação do DVD junto aos seus alunos. Por fim, deixou-se espaço para que o professor pudesse postar seus comentários finais.

Essa questão será fragmentada em três partes para melhor visualização das sugestões postadas pelos professores.

Quanto aos aspectos que precisam ser modificados no DVD e/ou nas atividades apresentadas para serem utilizadas em sala de aula de estudantes surdos e/ou ouvintes, muitos professores comentaram que o DVD rodava com lentidão ou até mesmo travava, sendo necessário reiniciar todo o procedimento, neste caso sugeriram:

“O DVD poderia ser dividido em partes para que não se tornasse tão pesado para rodar.”

Professores de alunos ouvintes do ensino médio teceram os seguintes comentários:

“A interface do Garp 3 poderia ser mais colorida e com mais movimento.”

“Para esclarecer aos estudantes ouvintes, o DVD poderia ter uma introdução sobre Libras (língua da comunidade surda) ou um histórico da mesma.”

“A respeito das atividades, estas poderiam ser mais elaboradas. As questões são muito repetitivas. Não possibilitam o desenvolvimento da escrita, elaboração de conceitos e analogias de fenômenos. É necessário mudar o tipo de resposta conduzida e automática. Dar oportunidade para o aluno expressar o seu entendimento sobre o tema.”

Com relação aos **benefícios** encontrados pelos professores na aplicação do DVD em sala de aula, diversas foram as suas percepções.

Avaliadores que aplicaram o DVD para ouvintes nas séries iniciais do ensino fundamental comentam:

“Sou professora de atividades (séries iniciais do ensino fundamental) e nunca havia trabalhado com modelos qualitativos. A experiência com os cinco alunos ouvintes foi curta e rápida, contudo, achei o trabalho fértil e necessário para a aquisição de um pensamento reflexivo, mais maduro e adequado diante dos fenômenos trabalhados. Foi algo novo, desafiador e produtivo.”

“O DVD facilitou a explicação do tema abordado. De forma geral, foi bastante produtivo.”

Quanto àqueles que aplicaram aos alunos surdos das séries iniciais enfatizaram a importância do apoio visual dado pelos modelos qualitativos o que propiciou um bom entendimento dos temas.

“Material rico em recursos visuais, principalmente em relação à língua de sinais.”

“É uma forma nova e interessante para introduzir a matéria. A partir do momento que os alunos automatizam o processo, eles acabam por trabalhar a dedução e a analogia com outros materiais e matérias.”

Uma professora que trabalhou com um aluno surdo do EJA (Educação de Jovens e Adultos) afirma que as atividades são de fácil compreensão.

“DVD e as atividades estão adequadas, principalmente o modelo ‘arvore e sombra’ aplicado para o aluno surdo que supriu pela simplicidade das atividades proporcionando sua compreensão.”

Os professores que aplicaram aos alunos ouvintes do ensino médio afirmaram:

“Os alunos passam a desenvolver o raciocínio lógico sobre os conteúdos abordados, o que refina a aprendizagem e consolida competências.”

“Bastante diferente, inovador e muito proveitoso.”

Com relação às **dificuldades** encontradas na aplicação do DVD em sala de aula, os relatos foram bem diversificados.

Alguns professores, tanto do ensino fundamental como do ensino médio de surdos e ouvintes, admitiram ter encontrado dificuldades na manipulação do DVD, pela falta de computadores compatíveis e também por não apresentarem afinidade com os recursos tecnológicos necessários. Pode-se conferir pelos comentários abaixo:

“Instalar o DVD foi difícil, por não possuir computador compatível para comportar o exigido pelo Garp 3.”

“A falta de conhecimento tecnológico atrapalhou a aplicabilidade do DVD em sala de aula.”

Além das dificuldades já registradas acima, aqueles que aplicaram o DVD em turmas mistas, de surdos e ouvintes, do ensino fundamental fizeram os seguintes comentários:

“(a) DVD é muito pesado, travando muitas vezes ao longo da apresentação. (b) Para os alunos ouvintes, os sinais junto com a fala ficaram muito lentos. (c) Para os alunos surdos de 5ª e 6ª séries, os sinais eram desconhecidos, o que dificultou o entendimento do assunto.”

“(a) Instalação do DVD. (b) Travamento do DVD. (c) Requer muito tempo para domínio da linguagem. (d) Torna-se, em alguns momentos, repetitivo.”

Uma professora que aplicou o DVD em uma turma de ouvintes das séries finais do ensino fundamental registrou as seguintes dificuldades:

“(a) A escola não tem computador disponível para passar o DVD. (b) Alguns alunos não possuíam pré-requisitos, o que dificultou a compreensão dos conceitos trabalhados. (c) Devido a falhas no meu planejamento, o tempo foi muito corrido para aplicar o DVD. (d) Como os alunos eram todos ouvintes, muitos se interessaram pela língua de sinais e não prestaram muita atenção ao significado do modelo.”

Os avaliadores que aplicaram em turmas de ouvintes do ensino médio relataram:

“Para os alunos ouvintes o DVD é um pouco lento, tornando-se monótono. Dificuldade específica: P+ (proporcionalidade direta).”

“Não apresentou nenhuma dificuldade na aplicação do DVD.”

Os comentários finais dos avaliadores são a prova do sucesso desse material didático. Apesar de algumas dificuldades relatadas quanto à instalação e manipulação do DVD, na maioria das vezes pela falta de computadores compatíveis em suas escolas ou a experiência na área tecnológica pelos professores, houve consenso quanto aos seus benefícios.

Os participantes do curso, como relatado anteriormente, tinham experiências bastante diferentes. Pôde-se fazer uma avaliação do DVD em diversos níveis e modalidades de ensino. As especificidades de cada grupo demonstraram que a aplicabilidade do material pode ser adaptada conforme a clientela, assim como relatou Zitek (2009).

Os professores que atuam junto aos alunos surdos, tanto do ensino fundamental como do ensino médio, ressaltaram que os recursos visuais priorizados pelos modelos qualitativos favorecem e estimulam os estudantes surdos. Estes se interessam e tornam-se mais participativos, havendo dessa maneira uma troca efetiva de informações entre professor e aluno. O DVD bilíngue atraiu muito a atenção dos surdos, por conter assuntos atuais e acessíveis em língua de sinais, o que favoreceu o entendimento dos temas abordados. Porém, reconheceu-se que para uma efetiva aplicação do material é necessário que o professor esteja seguro e inteirado com a linguagem utilizada na modelagem, como também, com o novo vocabulário apresentado em LSB. Os modelos causais apresentados no DVD, bem como as atividades sugeridas para os alunos, tiveram papel importantíssimo no desenvolvimento da escrita da língua portuguesa em um processo gradativo, apesar de alguns professores acharem as atividades um tanto quanto repetitivas.

Os professores que aplicaram o DVD aos alunos ouvintes, tanto do ensino fundamental como do ensino médio, afirmaram ser esta uma proposta inovadora e que as novas tecnologias devem estar sempre à disposição dos discentes, sejam eles surdos ou ouvintes, pois esse acesso só favorece a aprendizagem e resgata a cidadania.

Com relação à utilização dos modelos em sala de aula, as opiniões são variadas. Os professores que se encontram presos a uma grade curricular rígida, se preocupam com a questão 'tempo', pois, sabe-se que existe uma gama de conteúdos a cumprir. No entanto, essa é uma questão que pode ser resolvida quando se propõe projetos interdisciplinares a serem desenvolvidos fora da grade curricular, pois segundo Prado (2003), o professor deve criar situações de aprendizagem nas quais o aluno possa encontrar sentido naquilo que está aprendendo. Essa pode ser uma solução para os alunos surdos que frequentam as salas de aula inclusivas.

Quanto aos professores que atendem os alunos surdos em unidades especiais é perfeitamente cabível a aplicação dos modelos de acordo com o tema em discussão. Um ambiente bilíngue, no qual as aulas são ministradas em sua primeira língua, utilizando-se de um vocabulário específico para cada assunto e com material didático visualmente adaptado, como é o caso dos modelos qualitativos são os requisitos que os surdos necessitam para uma aprendizagem eficaz. Além do mais, conforme Lima e Silva (1997) o interesse dos alunos em participar ativamente da aula aumenta quando se aborda temas que de certa forma, afligem a comunidade em seu dia-a-dia, porém instiga o educando a assumir responsabilidades sociais, individuais e coletivas.

Houve certa inquietude em relação a este material didático bilíngue apresentado para os alunos ouvintes. O fato da língua de sinais não estar completamente sintonizada com a língua oral tornou as explicações um pouco lentas. Isto desestimulou os ouvintes em alguns momentos quanto ao conteúdo, porém não foi razão suficiente para inviabilizar o material.

Os professores conseguiram explorar os modelos qualitativos e reconheceram o seu alto potencial para o desenvolvimento de diversas competências e habilidades, dentre elas: a capacidade de fazer inferências, analogias e deduções após a análise do comportamento de um sistema; formular hipóteses e prever resultados; analisar e confrontar possíveis soluções para uma situação-problema. Eles também afirmaram que os modelos qualitativos contribuíram para que houvesse uma substancial melhora na produção escrita dos alunos.

O raciocínio qualitativo teve um papel importante na modelagem sobre os diversos temas, pois, além de auxiliar no processo de aprendizagem do modelador,

foi de fundamental importância para a geração de explicações no nível conceitual, permitindo lidar com problemas e suas previsões em determinados espaços de tempo. Assim sendo, no campo educacional, os alunos passam a compartilhar suas concepções do senso comum num processo de interação rumo à construção do conhecimento científico.

Conclui-se que as respostas dos professores ao questionário demonstraram uma avaliação bastante positiva do uso do DVD instrucional e de outros modelos qualitativos no processo ensino-aprendizagem de ciências. A utilização de métodos didáticos variados com a finalidade de intensificar o entendimento do aluno e promover multiplicadores do conhecimento adquirido é de primordial relevância. Sendo assim, pode-se dizer que a aplicabilidade dessa ferramenta didática prevê um efeito positivo no aprendizado de conceitos científicos e no desenvolvimento do raciocínio.

#### **4.8 Avaliação do projeto DynaLearn pelos estudantes surdos**

As quatro alunas que participaram do curso já tinham conhecimento dos modelos qualitativos construídos no Garp3. Sendo assim, quando se apresentou o novo *software*, elas sinalizaram já conhecê-lo, não demonstrando tanta dificuldade em compreendê-lo.

Gostaram muito do curso e principalmente de poder utilizar o computador como um recurso a mais nas atividades educacionais. A experiência em trabalhar com o *software* foi bastante positiva, e que apesar do pouco tempo que tiveram para realizar as atividades, ajudou a compreender melhor os modelos apresentados, principalmente os modelos 'bloom de algas' e 'dengue'.

Mesmo tendo utilizado apenas o segundo nível de dificuldade foi possível perceber que as alunas se interessaram mais pelo DynaLearn, por ele ser mais simplificado e com uma linguagem gráfica mais clara. Elas apresentaram um pouco de dificuldade apenas nos primeiros momentos, até conseguirem identificar os botões certos para cada inserção, porém, após se familiarizarem com a interface do programa esta dificuldade foi sanada.

Citaram como ponto negativo, a ocorrência de 'travamento' no programa, pois quando tentavam apagar algo que estava errado para refazer, perdiam todo o modelo. A partir dessa observação, orientou-se para que salvassem o modelo logo no início e continuassem salvando após cada ação, para que não se perdesse tudo. Ressalta-se que este é um dos objetivos dessas avaliações, detectar os erros para promover os ajustes necessários.

A opinião unânime é que o programa é muito bom e que se comparado ao Garp3, apresenta-se mais acessível. Sua interface visual é muito importante para o bom entendimento dos surdos, além de contribuir para o desenvolvimento da língua portuguesa escrita, pois trabalha com diversos conceitos. Uma aluna sugeriu que a linguagem escrita do *software* precisa ser adaptada para melhorar ainda mais a compreensão dos surdos.

## 5 CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

A modelagem qualitativa no processo educacional, segundo Bredeweg e Forbus (2003) proporciona ferramentas básicas para a aquisição do conhecimento. Os estudos de Salles *et al.* (2004 e 2005) demonstraram o potencial dessa ferramenta para a aquisição de conceitos científicos, à medida em que os alunos surdos apresentaram habilidades na utilização do raciocínio inferencial, como também, melhoraram sua eficiência na expressão linguística. O trabalho de Feltrini (2009) acrescentou que os estudantes surdos envolvidos na elaboração do material didático (DVD) adquiriram vocabulário da linguagem científica, aprenderam novos conceitos, bem como foram capazes de apresentarem propostas de intervenção na realidade após compreenderem os fenômenos naturais abordados. O presente trabalho pôde corroborar os resultados obtidos anteriormente, por meio de verificações estatísticas em grupos suficientemente grandes de estudantes surdos e ouvintes, além de confirmar os pressupostos necessários para se introduzir os modelos qualitativos de forma eficaz.

As análises realizadas nos grupos experimental e controle de estudantes surdos apresentaram resultados conclusivos sobre os efeitos do uso dos modelos qualitativos como ferramenta didática capaz de auxiliar a aquisição de conceitos científicos por estes alunos. A homogeneidade dos grupos estudados, necessária para a investigação, foi satisfatória, à medida que os testes de normalidade demonstraram que as amostras entre os grupos possuíam equivalência entre si. Apesar de o grupo controle ter apresentado uma diferença significativa na comparação entre o pré e pós-teste, esse fato não interferiu nas análises dos demais resultados, visto que se verificaram diferenças significativas entre os grupos experimental e controle no pós-teste, além de terem sido percebidas variáveis externas, tais como alunos que sempre apresentaram alto desempenho compõem esse grupo e o efeito memória na realização dos testes, que podem ter sido as prováveis causas desse resultado. Os valores altamente significativos encontrados confirmam que o material baseado em modelos qualitativos oferece condições adequadas para a formação de conceitos científicos, compreensão de sistemas

complexos e para o desenvolvimento do raciocínio lógico de estudantes surdos no processo de educação científica.

As análises comparativas dos textos escritos realizados pelos alunos surdos dos grupos experimental e controle apresentaram resultados bastante satisfatórios. Estes resultados, associados aos dos testes objetivos permitem concluir que os modelos qualitativos usados como ferramenta no processo educacional destes alunos produzem um efeito cognitivo positivo que se traduz na capacidade de compreender o significado das informações recebidas, compartilhá-las e integrá-las ao seu repertório, utilizando-se, para tanto, do raciocínio inferencial. Os resultados demonstraram um aumento significativo no número de conclusões não-triviais, apesar de não apresentarem diminuição significativa nas conclusões triviais nos textos dos alunos. O significado dessa última observação requer estudos posteriores.

Os resultados encontrados no grupo de ouvintes também foram bastante satisfatórios. Quanto ao teste de normalidade aplicado aos grupos controle e experimental, foram conclusivos quanto à sua equivalência, não apresentando diferenças entre eles. As provas estatísticas empregadas nas análises comparativas entre os testes (pré x pós-experimental e pós-controle x pós-experimental) apresentaram valores altamente significativos demonstrando que o uso dos modelos qualitativos utilizados como ferramenta didática no ensino influenciou no aprendizado do tema abordado, aumentando o nível de conhecimento dos alunos. Mesmo não tendo sido encontrados na literatura consultada pela pesquisadora registros de análises quantitativas com alunos ouvintes, os estudos anteriores realizados com alunos surdos podem ser aplicados aos ouvintes por analogia, a partir do pressuposto de que aquilo que é bom para o surdo, favorece também o ouvinte. Conclui-se que o ensino de ciências, e provavelmente também conteúdos de outras áreas de ensino, torna-se mais prazeroso para o aluno quando se tem ferramentas didáticas que despertam o interesse deste favorecendo o seu desenvolvimento cognitivo.

Os alunos surdos do grupo experimental demonstraram muito interesse nas aulas com o uso do DVD instrucional, principalmente por terem sido apresentadas por seus pares, ou seja, surdos explicando para surdos. Essa condição cria um

ambiente em que há muito mais empatia entre educandos e educadores. Os temas apresentados em língua de sinais puderam ser discutidos no grupo, o que gerou mais participação entre os alunos. Estes disseram não encontrar dificuldades em compreender a linguagem utilizada no *software*, nem mesmo o vocabulário usado para descrever os assuntos abordados. Essa observação reforça a idéia de que o aprendizado dos alunos se mostra mais eficaz quando este acontece em sua primeira língua, pois facilita a interação e a troca de informações entre alunos e professor na construção de conceitos cientificamente aceitos. Conclui-se que o DVD bilíngue satisfaz as condições necessárias ao aprendizado do surdo, pois os estudantes se sentiram bastante motivados em estudar tendo como apoio os modelos qualitativos, da forma como foram apresentados.

A grande maioria dos estudantes ouvintes mostrou-se impressionada com a produção do DVD bilíngue, o que despertou em boa parte dos alunos interesse em aprender a língua de sinais. De certo modo, atingiu-se um objetivo que não havia sido previsto, pois é preciso educar a população falante da língua majoritária no sentido da aceitação das demais línguas, pois somente dessa forma se alcançaria a inclusão plena dos falantes da língua minoritária. No entanto, observou-se em determinados momentos a dispersão dos alunos e chegou-se à conclusão de que o DVD tornava-se monótono para os ouvintes e que, nessas condições, a aula se tornava mais produtiva quando se operava diretamente o *software*. O resultado ainda foi melhor quando os próprios estudantes puderam reproduzir os modelos, sob a orientação do professor, diretamente no computador, no qual eles puderam visualizar o sistema e interagir com ele. Os resultados observados foram conclusivos também quanto ao uso do DVD instrucional como uma ferramenta introdutória num curso de modelos qualitativos para ouvintes.

A comparação entre as percepções dos estudantes surdos e estudantes ouvintes apresentou resultados interessantes. Não houve diferenças marcantes entre as respostas de um e outro questionário, porém, os comentários postados pelos alunos demonstraram que o material era avaliado por diferentes perspectivas, adaptando-se ao interesse específico de cada grupo.

Os professores também aprovaram o uso de modelos qualitativos em atividades educacionais, pois concordaram ser esta uma ferramenta que permite inter-relacionar conteúdos de diversas áreas. Por meio de sua representação diagramática e visual possibilita ao aluno surdo, como também ao ouvinte, produzir argumentos para explicar diversos fenômenos, fazendo analogias e inferências, o que de certa forma, amplia o seu vocabulário e ajuda a internalizar os conceitos cientificamente aceitos, influenciando, de forma positiva na produção escrita desses alunos. Vale lembrar que o DVD instrucional contendo modelos qualitativos foi planejado para atender alunos de ensino médio, porém, os professores dos diversos níveis de ensino que frequentaram o curso provaram que o seu uso é amplo e só depende de adaptações de acordo com a clientela. Algumas sugestões importantes devem ser analisadas como: fracionar o DVD para não ficar tão pesado; introduzir no DVD um pequeno histórico sobre a LSB para situar os alunos ouvintes no seu contexto; diversificar as atividades escritas para que não fiquem tão repetitivas. Apesar de algumas dificuldades apresentadas, os comentários finais dos professores foram conclusivos quanto aos benefícios de se usar os modelos qualitativos no ensino de ciências como ferramenta didática para auxiliar a aquisição de conceitos científicos.

O DynaLearn certamente vai facilitar o aprendizado dos estudantes. A avaliação do novo projeto pelas alunas surdas foi bastante positiva. Elas demonstraram interesse e motivação na implementação dos modelos apresentados, e aprovaram as mudanças em relação ao Garp3, que já conheciam. Relataram que o DynaLearn é mais fácil para manusear e é um grande aliado para a compreensão dos fenômenos. A inclusão dessa ferramenta renovada em tarefas educacionais irá contribuir para o desenvolvimento de diversas habilidades dos alunos, ajudando na construção do conhecimento por meio de estudos contextualizados e acompanhados de materiais didáticos interdisciplinares.

O trabalho aqui descrito demonstrou que materiais didáticos baseados em modelos qualitativos, especialmente aqueles como o DVD instrucional, têm potencial para atender as necessidades educativas de estudantes surdos e ouvintes, pois possuem: a) um enfoque bilíngue; b) vocabulário para expressar conceitos científicos em língua de sinais (no qual o glossário de sinais possa ser reutilizado em

diferentes contextos); c) a pedagogia visual, a qual assume que os surdos aprendem melhor por meio da imagem. Conclui-se que essas condições fazem dos modelos qualitativos uma ferramenta alternativa para aquisição de conceitos científicos, para o desenvolvimento do raciocínio inferencial, como também, para o aperfeiçoamento de competências linguísticas dos alunos surdos.

O desenvolvimento deste trabalho culminou no aperfeiçoamento de dois projetos que constituem a proposição dessa pesquisa: um de formação inicial e continuada para professores da SEE/DF com o uso de modelos qualitativos (Apêndice I); e outro de educação científica para turmas de surdos e ouvintes de escolas públicas do DF (Apêndice J). A experiência vivenciada no decorrer dos estudos aqui descritos constatou a necessidade de investir na formação de professores que trabalham com estudantes surdos, bem como os que trabalham com ouvintes, pois os mesmos se encontram numa busca constante por novas estratégias e materiais didáticos na área do ensino de ciências. Nesse sentido, aos professores, propõem-se cursos em parceria com o Centro de Capacitação de Profissionais e Apoio a Pessoas com Surdez (CAS) e a Escola de Aperfeiçoamento dos Profissionais da Educação (EAPE) da SEE/DF, nos mesmos moldes do que foi realizado durante esta pesquisa. Àqueles que participaram do curso inicial, seria oferecido o nível avançado, almejado por eles mesmos, com o intuito de se aperfeiçoarem na aplicação dos modelos qualitativos aos seus alunos. Ressalta-se que esses projetos sofrerão pequenas alterações, pois seu planejamento deverá ser pautado no novo *software*, o DynaLearn, desenvolvido a partir do Garp 3. Aos estudantes surdos e ouvintes do ensino médio de escolas públicas, serão ofertados, por meio de uma pedagogia de projetos em parceria com as escolas interessadas, cursos de educação científica com metodologia baseada em modelos qualitativos, tendo por base também o novo *software*.

Espera-se que este trabalho venha a contribuir efetivamente para a aprendizagem de conceitos científicos por alunos surdos e ouvintes, abordados em projetos interdisciplinares envolvendo diferentes áreas do conhecimento. Além de contribuir para a formação inicial e continuada de professores que trabalham com alunos surdos e ouvintes, com vistas a formar multiplicadores no uso e aplicação em sala de aula de modelos qualitativos como ferramenta didática. Esses resultados

podem ter impactos relevantes, levando os professores a se sentirem responsáveis por eliminar as fronteiras que impedem aos alunos de alcançar o seu pleno conhecimento. Para tanto, o professor deve superar suas limitações e buscar caminhos para uma educação de qualidade, mudando suas práticas pedagógicas, adotando novas estratégias de ensino e usando novos instrumentos didático-pedagógicos, com o objetivo de preparar cidadãos capazes de tomarem decisões significativas que possam contribuir para uma sociedade melhor.

## REFERÊNCIAS

ANDRÉ, M. Pesquisa em educação: buscando rigor e qualidade. *Cadernos de Pesquisa*, n. 113, julho, 2001.

ARAUJO, S. C. S. *Modelos de simulação baseados em raciocínio qualitativo para avaliação da qualidade da água em bacias hidrográficas*. Brasília, 2005. 218 f. Tese (Doutorado em Ecologia) - Instituto de Biologia. Departamento de Ecologia, Universidade de Brasília.

AZEVEDO, S. M. F. O. Toxinas de Cianobactérias: Causas e Conseqüências para a Saúde Pública. *Medicina On Line*. Volume 1, Ano 1, Número 3. 1998.

BRASIL, Ministério da Educação. Desenvolvendo competências para o atendimento às necessidades educacionais de alunos surdos / Coordenação geral: SEESP/MEC; organização: Maria Salete Fábio Aranha. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Especial, 2003. 116 p. (Saberes e práticas da inclusão; 5).

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil, Subchefia para Assuntos Jurídicos. Decreto N.º 5.626, de 22 de dezembro de 2005. Brasília. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2004-2006/2005/Decreto/D5626.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2005/Decreto/D5626.htm)>. Acesso em: 13 agosto 2009.

BREDEWEG, B. *Expertise in Qualitative Prediction of Behavior*. Ph.D.Thesis. University of Amsterdam, The Netherlands.1992.

BREDEWEB, B; FORBUS, K. Qualitative modelling in education, *AI magazine*, n. 24, p. 35-46, 2003.

BREDEWEG, B.; STRUSS, P. Current Topics in Qualitative Reasoning (editorial introduction). *AI Magazine*, v. 24, n. 4, p. 13-16, 2003.

BREDEWEG, B; BOUWER, A; JELLEMA, J; BERTELS, D; LINNEBANK, F; LIEM, J. Garp3 - A new workbench for qualitative reasoning and modelling. In: 20<sup>TH</sup> INTERNATIONAL WORKSHOP ON QUALITATIVE REASONING (QR06), *Proceedings of the 20th international workshop on qualitative reasoning (QR06)*, BAILEY-KELLOGG, C; KUIPERS, B. (Eds.), p. 21-28, 2006a.

BREDEWEG, B., BOUWER, A.J., LIEM, J., & SALLES, P. Curriculum for learning about QR modelling, Naturnet-Redime, STREP project co-funded by the European Commission within the Sixth Framework Programme (2002-2006), Project no. 004074, Project Deliverable Report D6.9.1. Amsterdam, the Netherlands: Naturnet-Redime Project, 2006b.

BREDEWEG, B; SALLES, P; BERTELS, D; RAFALOWICZ, J; BOUWER, A; LIEM, J; FELTRINI, G. M; CALDAS, A. L. R; RESENDE, M. M. P; ZITEK, A; NUTTLE, T. Training report on using QR for learning about sustainable development. Naturnet-Redime, STREP project co-funded by the European Commission within the Sixth Framework Programme (2002-2006), Project no. 004074, Project Deliverable Report D7.2, 2007.

CAMPELLO, A. R. S. Pedagogia Visual /Sinal na Educação dos Surdos. In: QUADROS, R. (Org.). *Estudos Surdos II*. 1. ed. Rio de Janeiro: Arara Azul, 2007, p. 100-131. (Série pesquisas).

CORREIA, P. V. P. *Raciocínio Qualitativo e Educação Química*. Brasília, 2003, 78f. Monografia (Graduação em Ensino de Química). Universidade de Brasília.

CORREIA, F.; DELGADO, P.; CASTRO, V. *Impacto do Desenvolvimento e Toxicidade das Cianobactérias*. Toxicologia 2000/2001, Ecotoxicologia. Lisboa.

DIXON, W.J.; MASSEY, F.J. *Introduction to Statistical Analysis*. 3<sup>rd</sup> edition. New York: McGraw-Hill Inc., 1969.

DRIVER, R.; ASOKO, H.; LEACH, J.; MORTIMER, E.; SCOTT, P. Construindo conhecimento científico na sala de aula. Tradução: Eduardo Mortimer. *Química Nova na Escola*, n. 9, p. 31-40, 1999.

FARIA, S. P. *A metáfora na LSB e a construção dos sentidos no desenvolvimento da competência comunicativa de alunos surdos*. Brasília, 2003. 335 f. Dissertação (Mestrado em linguística) – Instituto de Letras, Universidade de Brasília.

\_\_\_\_\_. Interface da Língua Brasileira de Sinais com a Língua Portuguesa e suas implicações no ensino de Português, como segunda língua, para surdos. In: *Pesquisa Linguística*, Brasília: Revista da Pós-Graduação em Linguística da Universidade de Brasília. n. 6, 2001.

FARIA\_NASCIMENTO, S. P.; RESENDE, J. N. *Português sem Fronteiras*. (Título provisório). No prelo.

FERNANDES, E. Língua de sinais e desenvolvimento cognitivo de crianças surdas. In: *Revista Espaço: Informativo técnico-científico do INES*, Rio de Janeiro, n. 13, junho, 2000.

\_\_\_\_\_. *Linguagem e surdez*. Porto Alegre: Artmed, 2003.

FERNANDÉZ, A. *A inteligência aprisionada: abordagem psicopedagógica clínica da criança e sua família*. Porto Alegre, 1990.

FERREIRA-BRITO, L. M. *Por uma gramática de línguas de sinais*. Rio de Janeiro: Tempo Brasileiro. 1995.

FELTRINI, G. M.; GAUCHE, R. Ensino de ciências a estudantes surdos: pressupostos e desafios. In: VI ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS (VI ENPEC), 2007, Florianópolis-SC. *Atas do VI ENPEC*. Florianópolis-SC, 2007.

FELTRINI, G. M. *Aplicação de Modelos qualitativos à Educação Científica de Surdos*. Brasília, 2009. 222 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências). Instituto de Ciências Biológicas, Universidade de Brasília.

FORBUS, K. D. Qualitative Process Theory. *Artificial Intelligence*. Amsterdam: IOS Press/Omasha, n. 24, 85-168. 1984.

GESUELI, Z. M. *Lingua(gem) e identidade: a surdez em questão*. Educ. Soc., Campinas, vol. 27, n. 94, p. 277-292, jan./abr. 2006.

GLEGG, F. *Estatística para todos*. Lisboa: Gradativa, 1995.

GOLDFELD, M. *A criança surda: linguagem e cognição numa perspectiva sóciointeracionista*. São Paulo: Plexus, 1997.

GROSJEAN, F. Transfer and language mode. *Bilingualism: Language and Cognition*. page 175-176, 1998.

HERRERA, V., F. Bilinguismo y lectura en la educación de las personas sordas: una propuesta teórica. *Revista El Cisne*. Argentina: Noviembre, 2003. Año XIV. n. 159. p. 2-8.

JOHNSON, R. A.; WICHERN, D. W. *Applied multivariate statistical analysis*. New Jersey: Printice Hall, 1998. 816 p., cap.4.

JÚNIOR, O. A. O papel do construtivismo na pesquisa em ensino de ciências. *Revista Investigações em Ensino de Ciências*, v.3, n.2. p. 107-120. Maio, 1998.  
KARWOSKI, A. M. (Org.) *Gêneros textuais: reflexões e ensino*. 2. ed. rev. e ampliada. Rio de Janeiro: Lucerna, 2006.

LABURÚ, C. E.; CARVALHO, M. de. Controvérsias Construtivistas e Pluralismo Metodológico no Ensino de Ciências Naturais. *Revista da ABRAPEC*, v. 1, n.1. 2001.

LACERDA, C. B. F. de. O intérprete educacional de língua de sinais no ensino fundamental: refletindo sobre limites e possibilidades. In: *Letramento e Minorias*. Porto Alegre: Mediação, 2002.

LAVILLE, C.; DIONNE, J. *A construção do saber: manual de metodologia da pesquisa em ciências humanas*. Tradução: Heloísa Monteiro e Francisco Settineri. Porto Alegre: Artmed; Belo Horizonte: Editora UFMG, 1999.

LIMA, M. E. C. de C.; SILVA, N. S. da. Estudando os plásticos: tratamento de problemas autênticos no ensino de química. *Química Nova na Escola*, n. 5, maio, 1997.

MALDANER, O. A. *A formação de grupos de professores-pesquisadores como fator de melhoria da qualidade educacional no ensino médio e fundamental*. Trabalho apresentado no VII ENDIPE. Goiânia (GO) em 8 de junho, 1994.

MACHADO, A. H.; MOURA, A. L. A. Concepções sobre o papel da linguagem no processo de elaboração conceitual em química. *Química Nova na Escola*. n. 2, novembro, 1995.

MACHADO, P. C. *A política educacional de integração/inclusão: um olhar do egresso surdo*. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2008.

MARINHO, M. L. *O ensino da biologia: o intérprete e a geração de sinais*. Brasília, 2007. 144 f. Dissertação (Mestrado em Linguística) – Instituto de Letras, Universidade de Brasília.

MARSCHARK, M. *et al.* Classroom Interpreting and Visual Information Processing in Mainstream Education for Deaf Students: Live or Memorex? *American Educational Research Journal Winter*. S. I. 2005, v. 42, n. 4, p. 727–761.

MIZUKAMI, M. G. *Ensino: as abordagens do processo*. São Paulo: E.P.U., 1986.

MOREIRA, M. A., *Pesquisa em Ensino: Aspectos Metodológicos*. Adaptado do capítulo 2 do livro “Pesquisa em ensino: o Vê epistemológico de Gowin”, de M. A. Moreira. São Paulo: Pedagógica e Universitária Ltda, 1990. Texto de Apoio n. 19 do Programa Internacional de Doutorado em Ensino de Ciências da Universidade de Burgos, Espanha, em convênio com a UFRGS, 2003.

MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H. *Anais do Encontro sobre Teoria e Pesquisa em Ensino de Ciências: Linguagem. Cultura e Cognição*. Belo Horizonte, 1997.

NETO, L. L.; ALCANTARA, M. M.; BENITE, C. R. M.; BENITE, A. M. C. O ensino de química e a aprendizagem de alunos surdos: uma interação mediada pela visao. In: *VI ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS (VI ENPEC)*, 2007, Florianópolis-SC. Atas do VI ENPEC. Florianópolis-SC, 2007.

NEVILLE, H. J.; LAWSON, D. Attention to central and peripheral visual space in a movement detection task: An event-related potential and behavioral study.II. Congenitally deaf adults. *Brain Research*, 405, 268–283, 1987.

NEVILLE, H. J. *Intermodal competition and compensation in development: Evidence from studies of the visual system in congenitally deaf adults*. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 608, 71–91. 1990.

NOGUEIRA, L.S; REIS, L.R; RICARDO, E.C. Ensino de física para portadores de deficiência auditiva: o problema dos livros didáticos. In: *XVI SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*, 2005, ISBN: Português, meio digital.

PRADO, M. *Pedagogia de Projetos*. Série “Pedagogia de Projetos e Integração de Mídias” – Programa: Salto para o Futuro, Setembro, 2003. Disponível em <<http://www.tvebrasil.com.br/salto - Boletim 2003>> Acesso em 07 agosto 2009.

QUADROS, R., M. Bilinguismo. Revista da Federação Nacional de Educação e Integração de Surdos - FENEIS. *Educação Especial*. Belo Horizonte, 1993.

QUADROS, R. M. de. *Educação de Surdos: a aquisição da linguagem*. Reimp. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.

QUADROS, R. M. de. *O tradutor e intérprete de língua brasileira de sinais e língua portuguesa*. Brasília: MEC; SEESP, 2003.

QUADROS, R. M. de; KARNOPP, L B. *Língua de sinais brasileira: estudos linguísticos*. Porto Alegre: ArtMed, 2004.

RODRIGUES, N. Organização neural da linguagem. In: MOURA, M. C; LODI, A. C; PEREIRA, M. C. (Eds.). *Língua de sinais e educação do surdo*. São Paulo: Sociedade Brasileira de Neuropsicologia. SBNp, 1993.

RUIZ, A. R. *Ciência e sua iniciação: anotações para reflexão. Ciência e Educação*, v.11, n. 2, p.319-326, 2005.

SALLES, H.; SALLES, P.; BREDEWEG, B. Qualitative reasoning in the education of deaf students: scientific education and acquisition of Portuguese as a second language. In: Forbus, K. & de Kleer, J. (eds.) *Proceedings of the 18th International Workshop on Qualitative Reasoning (QR'04)*, pages 97-104, Evanston, Illinois, August, 2-4, 2004.

SALLES, P; BREDEWEG, B. Modelos conceituais baseados em Raciocínio Qualitativo. *Revista Tecnologia da Informação* (ISSN 1516-9197), 2005.

SALLES, P.; LIMA-SALLES, H.; BREDEWEG, B. (2005) *The Use of Qualitative Reasoning Models of Interactions Between Populations to Support Causal Reasoning of Deaf Students*. In Looi, C.-K.; McCalla, G.; Bredeweg, B. & Breuker, J. (eds.) *Artificial Intelligence and Education: Supporting learning through Intelligent and Socially Informed Technology*. Amsterdam, IOS Press / Omsaha, pp. 579-586, 2005.

SALLES, H. M. L.; FAULSTICH, E.; CARVALHO, O. L.; RAMOS, A. A. L. *Ensino de Língua Portuguesa para surdos: caminhos para a prática pedagógica*. Brasília: MEC/SEESP. 2002, v. 1.

SALLES, H. M. M. L; SALLES, P. S. B. A; CHAN, A. C. V. Formulação de inferências e propriedades da interlíngua dos surdos. In: LIMA -SALLES, H. M. M. (Org.). *Bilinguismo dos surdos: questões linguísticas e educacionais*. 1ª ed. Goiânia: Cànone Editorial, 2007a, p. 97-118.

SALLES, P.; BREDEWEG, B.; CALDAS, A. L.R.; NUTTLE, T. Modelling sustainability in the Riacho Fundo water basin (Brasília, Brazil). In: 21ST INTERNATIONAL WORKSHOP ON QUALITATIVE REASONING (QR'07), 2007, Aberystwyth, (Wales, U.K.). CHRIS PRICE (Ed.), *Proceedings of the 21st International Workshop on Qualitative Reasoning (QR'07)* Aberystwyth, (Wales, U.K.), 26-28 June, 2007b, pages 147-160.

SALLES, P.; FELTRINI, G., M.; SÁ, I., G. de; RESENDE, M. M. P.; SALLES, H. *Bringing qualitative reasoning models into the classroom for science education of deaf students*. Trabalho aceito para apresentação como poster na 14<sup>th</sup> International Conference on Artificial Intelligence in Education, a ser realizada em Brighton, Inglaterra, entre 6 e 10 de julho de 2009.

SALLES, P.; GAUCHE, R. e VIRMOND, P. (2004) A Qualitative Model of Daniell Cell for Chemical education of deaf students: scientific education and acquisition of Portuguese as a second language. In Lester, J.C.; Vicari, R.M. & Paraguaçu, F. (eds.) *Intelligent Tutoring Systems: 7<sup>th</sup> International Conference, ITS 2004, Proceedings*. Série Lecture Notes in Computer Science, vol. 3220, pp. 870-872, Berlin - Heidelberg, Springer Verlag.

SANTANA, C; LIMA, M. C. B. O ensino de física no mundo do silêncio: nossos primeiros passos. In: *IV ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS (IV ENPEC)*, 2003, Bauru-SP. Atas do IV ENPEC. Bauru-SP, 2003.

SANTOS, B. de, S. *Introdução a uma Ciência Pós-Moderna*. Ed. Graal. Rio de Janeiro, 1989.

SANTOS, W. L. P. dos; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (ciência-tecnologia-sociedade) no contexto da educação brasileira. *Ensaio: pesquisa em educação em ciências*, v. 2, n. 2, 133-162, dez. 2002.

SANTOS, W. L. P. dos; SCHNETZLER, R. P. Ciência e educação para a cidadania. In: CHASSOT, A.; OLIVEIRA, R. J. (Orgs.). *Ciência, ética e cultura na educação*. São Leopoldo: Unisinos, p. 255-270, 1998.

SCHEID, N. M. J.; FERRARI, N.; DELIZOICOV, D. *A construção coletiva do conhecimento científico sobre a estrutura do DNA*. *Ciência e Educação*, v 11, n. 2, p. 223-233, 2005.

SCHNETZLER, R. P. Construção do conhecimento e ensino de ciências. Em Aberto, Brasília, ano 11, n. 55, jul./set. p. 17-22, 1992.

SCHNETZLER, R. P.; ARAGÃO, R. M. R. Importância, sentido e contribuições de pesquisas para o ensino de química. *Química Nova na Escola*. n. 1, maio, 1995.

SCHNETZLER, R. P. A pesquisa em ensino de química no Brasil: conquistas e perspectivas. *Química Nova na Escola*. V. 25, Suplemento 1, p. 14-24, 2002.

SIEGEL, S. *Estatística não-paramétrica: para as ciências do comportamento*. Tradutor: Alfredo Alves de Farias. Ed. McGraw-Hill do Brasil Ltda, 1977.

SILVA, M. A; SILVA, L. C; MION, R. A. O ensino de física e os portadores de necessidades educativas especiais: o processo de inclusão no ensino-aprendizagem. In: *IV ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS (IV ENPEC)*, 2003, Bauru-SP. Atas do IV ENPEC. Bauru-SP, 2003a.

\_\_\_\_\_. A prática inclusiva no ensino de física para portadores de deficiência auditiva. In: *IV ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS (IV ENPEC)*, 2003, Bauru-SP. Atas do IV ENPEC. Bauru-SP, 2003b.

SKLIAR, C. (Org.). *Educação & exclusão: abordagens sócio-antropológicas em educação especial*. 2.ed. Porto Alegre: Mediação, 1997.

SPERBER, D.; WILSON, D. *Relevance: communication and cognition*. Oxford (UK) and Cambridge (Mass): Blackwell Publishers Ltda, 1995.

TRIVINOS, A. N. S. *Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação*. São Paulo: Atlas S.A., 1990.

UnB, PUCMinas /IDHS, PNUD [organização]. *Sustentabilidade ambiental: objetivo 7: garantir a sustentabilidade ambiental – Belo Horizonte: PUC Minas/IDHS, 2004. 308p. – (Coleção de estudos temáticos sobre os objetivos de desenvolvimento do milênio da rede de laboratórios acadêmicos para acompanhamento dos objetivos de desenvolvimento do milênio) Bibliografia e anexos.*

VYGOTSKY, L. S. *Pensamento e linguagem*. São Paulo: Martins Fontes, 1998.

ZITEK, A. *et al. Evaluating the potential of qualitative reasoning models to contribute to sustainable catchment management*. *Ecological Informatics* 4 (2009) 381–395.

## APÊNDICE A – Pré-teste aplicado aos grupos experimental e controle de estudantes surdos

### PRÉ-TESTE

Nome: \_\_\_\_\_  
Série: \_\_\_\_\_ Turma: \_\_\_\_\_

#### I – Julgue as frases abaixo, escrevendo CERTO ou ERRADO:

- 1) 'Bloom de algas' é o nome que se dá à proliferação de certas espécies de algas que produzem substâncias tóxicas. (\_\_\_\_\_)
- 2) O 'bloom de algas' pode acontecer tanto no mar como em lagos de água doce. (\_\_\_\_\_)
- 3) Quando ocorre o 'bloom de algas' e as algas produzem substâncias venenosas, os seres vivos contaminados por essas substâncias tornam-se impróprios para o consumo humano. (\_\_\_\_\_)
- 4) O 'bloom de algas' pode acontecer se ocorrerem mudanças de temperatura ou alterações na salinidade da água. (\_\_\_\_\_)
- 5) Quando ocorre o 'bloom de algas' e as algas produzem substâncias venenosas, os mariscos, moluscos e outros animais invertebrados não são afetados. (\_\_\_\_\_)

#### II) Preencha as lacunas com as palavras AUMENTA, DIMINUI ou ESTABILIZA:

- 1) SE a quantidade de veneno no lago estiver aumentando, ENTÃO o número de peixes \_\_\_\_\_.
- 2) SE a quantidade de algas no lago estiver aumentando, ENTÃO a quantidade de veneno \_\_\_\_\_.
- 3) SE a quantidade de algas que produzem substâncias venenosas no lago estiver aumentando, ENTÃO o número de peixes \_\_\_\_\_.
- 4) SE a quantidade de peixes mortos no lago estiver aumentando, ENTÃO o mau cheiro da água do lago \_\_\_\_\_.
- 5) SE a taxa de crescimento das algas é zero, ENTÃO a biomassa de algas \_\_\_\_\_.

**III) Preencha as lacunas com as palavras AUMENTA, DIMINUI ou ESTABILIZA.**

- 1) SE a biomassa de algas estiver aumentando, ENTÃO a quantidade de veneno no lago \_\_\_\_\_ e a quantidade de peixes \_\_\_\_\_.
- 2) SE a quantidade de veneno no lago estiver aumentando, ENTÃO a quantidade de peixes \_\_\_\_\_ e o mau cheiro do lago \_\_\_\_\_.
- 3) SE a taxa de crescimento das algas é negativa, ENTÃO a biomassa de algas \_\_\_\_\_, a quantidade de veneno no lago \_\_\_\_\_ e a quantidade de peixes \_\_\_\_\_.
- 4) SE quantidade de nutrientes no lago estiver diminuindo, ENTÃO a biomassa de algas \_\_\_\_\_, a quantidade de veneno no lago \_\_\_\_\_ e a quantidade de peixes aumenta.

**IV) Assinale (C) para CERTO e (E) para ERRADO:**

1. ( ) O número de peixes aumentou PORQUE a quantidade de veneno no lago aumentou.
2. ( ) A quantidade de veneno no lago aumentou PORQUE a biomassa de algas aumentou.
3. ( ) A biomassa de algas aumentou PORQUE a taxa de crescimento das algas é positiva.
4. ( ) A quantidade de veneno no lago se estabilizou PORQUE a taxa de crescimento das algas é zero.
5. ( ) O 'bloom de algas' aconteceu PORQUE a concentração de nutrientes no lago diminuiu.

**V) Redija um texto sobre a seguinte situação:**

Certa vez, apareceram peixes mortos em um lago e um forte mau cheiro tomou conta da região. Os especialistas associaram a mortalidade dos peixes ao 'bloom de algas' e à poluição do lago por esgotos.

Explique como o 'bloom de algas' afetou os peixes.

(mínimo: 7 linhas; máximo: 10 linhas)

**APÊNDICE B – Pós-teste aplicado aos grupos experimental e controle de estudantes surdos**

**PÓS-TESTE**

Nome: \_\_\_\_\_  
Série: \_\_\_\_\_ Turma: \_\_\_\_\_

**I – Julgue as frases abaixo, escrevendo CERTO ou ERRADO:**

- 1) 'Bloom de algas' é o nome que se dá à proliferação de certas espécies de algas que produzem substâncias tóxicas. (\_\_\_\_\_)
- 2) O 'bloom de algas' acontece apenas em lagos de água doce, e não nos oceanos. (\_\_\_\_\_)
- 3) Quando ocorre o 'bloom de algas' e as algas produzem substâncias venenosas, os seres vivos contaminados por essas substâncias tornam-se impróprios para o consumo humano. (\_\_\_\_\_)
- 4) O 'bloom de algas' pode acontecer se ocorrerem lançamentos de esgotos domésticos na água. (\_\_\_\_\_)
- 5) Quando ocorre o 'bloom de algas' e as algas produzem substâncias venenosas, os peixes não são afetados. (\_\_\_\_\_)

**II) Preencha as lacunas com as palavras AUMENTA, DIMINUI ou ESTABILIZA.**

- 1) SE a quantidade de veneno no lago estiver diminuindo, ENTÃO o número de peixes \_\_\_\_\_.
- 2) SE a quantidade de peixes mortos no lago estiver diminuindo, ENTÃO o mau cheiro da água do lago \_\_\_\_\_.
- 3) SE a quantidade de algas no lago estiver diminuindo, ENTÃO a quantidade de veneno \_\_\_\_\_.
- 4) SE a taxa de crescimento das algas é zero, ENTÃO a biomassa de algas \_\_\_\_\_.
- 5) SE a quantidade de algas no lago estiver diminuindo, ENTÃO o número de peixes \_\_\_\_\_.

**III) Preencha as lacunas com as palavras AUMENTA, DIMINUI ou ESTABILIZA.**

- 1) SE a biomassa de algas estiver diminuindo, ENTÃO a quantidade de veneno no lago \_\_\_\_\_ e a quantidade de peixes \_\_\_\_\_.
- 2) SE a quantidade de veneno no lago estiver diminuindo, ENTÃO a quantidade de peixes \_\_\_\_\_ e o mau cheiro do lago \_\_\_\_\_.
- 3) SE a taxa de crescimento das algas é positiva, ENTÃO a biomassa de algas \_\_\_\_\_, a quantidade de veneno no lago \_\_\_\_\_ e a quantidade de peixes \_\_\_\_\_.
- 4) SE quantidade de nutrientes no lago estiver aumentando, ENTÃO a biomassa de algas \_\_\_\_\_, a quantidade de veneno no lago \_\_\_\_\_ e a quantidade de peixes diminui.

**IV) Assinale (C) para CERTO e (E) para ERRADO:**

1. (    ) O 'bloom de algas' aconteceu PORQUE a concentração de nutrientes no lago aumentou.
2. (    ) O número de peixes aumentou PORQUE a quantidade de veneno no lago aumentou.
3. (    ) A quantidade de veneno no lago aumentou PORQUE a biomassa de algas diminuiu.
4. (    ) A biomassa de algas diminuiu PORQUE a taxa de crescimento das algas é negativa.
5. (    ) A quantidade de veneno no lago se estabilizou PORQUE a taxa de crescimento das algas é zero.

**V) Redija um texto sobre a seguinte situação:**

A poluição de um lago por esgotos fez com que ocorresse o 'bloom de algas'. Alguns dias depois, começaram a aparecer peixes mortos e um forte mau cheiro tomou conta da região.

Explique como o 'bloom de algas' afetou os peixes.

(mínimo: 7 linhas; máximo: 10 linhas)

## APÊNDICE C – Questionário de avaliação do projeto aplicado aos alunos surdos e ouvintes dos grupos experimentais

Universidade de Brasília - Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências  
Secretaria de Estado de Educação de Distrito Federal – SEE/DF  
Pesquisadora: Mônica Maria Pereira Resende

### Avaliação do projeto “Modelos qualitativos: uma nova maneira de aprender biologia”

#### Identificação do avaliador:

Nome (opcional): \_\_\_\_\_

Idade: \_\_\_\_\_ Escola: \_\_\_\_\_ Série \_\_\_\_\_

( ) Ouvinte

( ) Surdo

#### Legenda:



Excelente



Bom/Boa



Regular



Ruim

Avalie os itens a seguir marcando a resposta com um X no quadro apropriado.				
1. Qual a sua opinião sobre a apresentação geral do DVD?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2. O que você achou do conteúdo das atividades propostas no DVD?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3. Qual a sua opinião sobre o software (GARP3) utilizado para construir os modelos qualitativos?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4. Qual a sua opinião sobre a linguagem (entidades, influências, proporcionalidades) utilizada para construir os modelos qualitativos?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
5. Qual a sua opinião sobre a clareza dos conceitos expressos nos modelos qualitativos?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
6. O que você achou do vocabulário usado nos modelos qualitativos para descrever os assuntos abordados?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
7. Qual a sua opinião sobre a clareza na apresentação das relações de causa – efeito nos modelos qualitativos?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
8. Como você classifica o seu entendimento sobre os problemas apresentados, depois de estudar os modelos qualitativos?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
9. Como você avalia a contribuição dos modelos qualitativos para a sua aprendizagem?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
10. O que você acha da idéia de usar modelos qualitativos na sala de aula?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Escreva aqui seus comentários e sugestões sobre o projeto “Modelos qualitativos: uma nova maneira de aprender biologia” e sobre o DVD utilizado, para que possamos melhorá-lo.

---



---



---



---

## APÊNDICE D – Pré-teste aplicado aos grupos experimental e controle de estudantes ouvintes

### PRÉ-TESTE

Nome: \_\_\_\_\_

Série: \_\_\_\_\_ ( ) surdo ( ) ouvinte

**Nas questões abaixo, assinale a opção correta.**

**1) Quando o petróleo disponível na economia mundial decresce,**

- a. ( ) a ocorrência de doenças respiratórias crônicas diminui
- b. ( ) diminui a produção de gases do efeito estufa.
- c. ( ) a produção de fumaça dentro das casas de famílias pobres diminui.
- d. ( ) o uso do petróleo pela indústria aumenta.

**2) A utilização do petróleo para o transporte aumenta porque**

- a. ( ) o petróleo disponível na economia global aumenta.
- b. ( ) a ocorrência de doenças respiratórias genéricas diminui.
- c. ( ) a produção de gases do efeito estufa diminui.
- d. ( ) o uso do petróleo pela indústria diminui.

**3) Quando o uso do petróleo pelas indústrias aumenta,**

- a. ( ) a temperatura da atmosfera global diminui.
- b. ( ) o uso de combustíveis sólidos por famílias pobres aumenta.
- c. ( ) o uso do petróleo para o transporte diminui.
- d. ( ) a ocorrência de doenças respiratórias genéricas aumenta.

**4) O uso do petróleo nas casas de famílias pobres diminui, porque**

- a. ( ) há uma escassez de petróleo na economia global.
- b. ( ) a temperatura da atmosfera global aumenta.
- c. ( ) o uso do petróleo para o transporte aumenta.
- d. ( ) a ocorrência de doenças respiratórias genéricas aumenta.

**5) A utilização de combustíveis sólidos nas casas de famílias pobres diminui porque**

- a. ( ) a ocorrência de doenças respiratórias crônicas aumenta.
- b. ( ) a temperatura da atmosfera global diminui.
- c. ( ) o petróleo disponível na economia global aumenta.
- d. ( ) o uso do petróleo pela indústria diminui.

**6) Quando a produção de fumaça nas casas de famílias pobres aumenta,**

- a.  aumenta a produção de gases do efeito estufa.
- b.  o uso do petróleo pela indústria aumenta.
- c.  o petróleo disponível na economia global aumenta.
- d.  a ocorrência de doenças respiratórias crônicas aumenta.

**7) A poluição da atmosfera global aumenta, porque**

- a.  a ocorrência de doenças respiratórias genéricas diminui.
- b.  o uso de petróleo em casas de famílias pobres diminui.
- c.  o uso de petróleo pela indústria aumenta.
- d.  a produção de fumaça em casas de famílias pobres aumenta.

**8) A temperatura da atmosfera global aumenta porque**

- a.  há um excesso de petróleo no mercado global.
- b.  o uso do petróleo pela indústria diminui.
- c.  a ocorrência de doenças respiratórias crônicas aumenta.
- d.  o uso de combustíveis sólidos em casas de famílias pobres aumenta.

**9) A ocorrência de doenças respiratórias crônicas aumenta porque**

- a.  o petróleo disponível na economia global aumenta.
- b.  o uso do petróleo para o transporte aumenta.
- c.  o uso de combustíveis sólidos em casas de famílias pobres aumenta.
- d.  há um excesso de petróleo no mercado global.

**10) A ocorrência de doenças respiratórias genéricas aumenta porque**

- a.  o uso de combustíveis sólidos em casas de famílias pobres aumenta.
- b.  a poluição da atmosfera global diminui.
- c.  o petróleo disponível na economia global aumenta.
- d.  o uso de petróleo em casas de famílias pobres diminui.

**11) Escreva um parágrafo de 7 a 10 linhas sobre o seguinte tema:**

Em um cenário de aquecimento global, muitos animais serão fortemente prejudicados. Relacione as ações humanas que provocam o aquecimento global com a situação dos ursos que vivem no Pólo Norte.

Use em seu texto palavras como AUMENTA, DIMINUI, ESTABILIZA.  
Faça frases do tipo SE a chuva aumentar, ENTÃO a pista fica perigosa.

## APÊNDICE E – Pós-teste aplicado aos grupos experimental e controle de estudantes ouvintes

### PÓS-TESTE

Nome: \_\_\_\_\_

Série: \_\_\_\_\_ ( ) surdo ( ) ouvinte

**Nas questões abaixo, assinale a opção correta.**

#### 1) Quando o petróleo disponível na economia mundial aumenta,

- a. ( ) o uso do petróleo para o transporte diminui.
- b. ( ) a temperatura global da atmosfera aumenta.
- c. ( ) o uso de combustíveis sólidos por famílias pobres aumenta.
- d. ( ) o preço do petróleo aumenta.

#### 2) A utilização do petróleo para o transporte diminui porque

- a. ( ) a poluição global da atmosfera aumentou.
- b. ( ) a utilização do petróleo pela indústria aumentou.
- c. ( ) a ocorrência de doenças respiratórias crônicas diminuiu.
- d. ( ) há uma escassez de petróleo na economia mundial.

#### 3) Quando a utilização do petróleo pela indústria diminui,

- a. ( ) a produção de fumaça nas casas de famílias pobres diminui.
- b. ( ) o uso do petróleo para o transporte aumenta.
- c. ( ) diminui a produção de gases de efeito estufa.
- d. ( ) a ocorrência de doenças respiratórias crônicas diminui.

#### 4) Quando o uso do petróleo em casas de famílias pobres aumenta,

- a. ( ) a ocorrência de doenças respiratórias crônicas diminui.
- b. ( ) diminui a produção de gases de efeito estufa.
- c. ( ) o uso de combustíveis sólidos por famílias pobres aumenta.
- d. ( ) a utilização do petróleo pela indústria diminui.

#### 5) Quando o uso de combustíveis sólidos pelas famílias pobres aumenta,

- a. ( ) aumenta a produção de gases do efeito estufa.
- b. ( ) a utilização do petróleo para o transporte aumenta.
- c. ( ) há um excesso de petróleo na economia mundial.
- d. ( ) a produção de fumaça pelas famílias pobres aumenta.

**6) A produção de fumaça pelas famílias pobres diminui, porque**

- a.  a utilização do petróleo para o transporte diminuiu.
- b.  a ocorrência de doenças respiratórias crônicas aumentou.
- c.  o uso de combustíveis sólidos pelas famílias pobres diminuiu.
- d.  a temperatura global da atmosfera diminuiu.

**7) Quando diminui a poluição global da atmosfera,**

- a.  a ocorrência de doenças respiratórias genéricas diminui.
- b.  a produção de fumaça pelas famílias pobres diminui.
- c.  há um excedente de petróleo no mercado mundial.
- d.  o uso do petróleo para o transporte aumenta.

**8) A temperatura global da atmosfera diminui, pois**

- a.  o petróleo disponível na economia mundial aumentou.
- b.  a produção de fumaça pelas famílias pobres diminuiu.
- c.  o uso de petróleo para o transporte aumentou.
- d.  a produção de gases do efeito estufa diminuiu.

**9) A ocorrência de doenças respiratórias crônicas diminui porque**

- a.  diminuiu a poluição da atmosfera global.
- b.  o petróleo disponível na economia global aumentou.
- c.  a ocorrência de doenças respiratórias genéricas diminuiu.
- d.  o uso do petróleo pela indústria aumentou.

**10) A ocorrência de doenças respiratórias em geral diminui porque**

- a.  o uso do petróleo para o transporte aumentou.
- b.  o uso de petróleo pela indústria diminuiu.
- c.  a temperatura da atmosfera global diminuiu.
- d.  a produção de fumaça pelas famílias pobres diminuiu.

**11) Escreva um parágrafo de 7 a 10 linhas sobre o seguinte tema:**

Os preços do petróleo têm grande influência na poluição da atmosfera. Escreva um texto que relacione preço e disponibilidade de petróleo no mercado mundial com as atividades industriais e as consequências para a saúde humana.

Use em seu texto palavras como AUMENTA, DIMINUI, ESTABILIZA.  
Faça frases do tipo SE a chuva aumentar, ENTÃO a pista fica perigosa.

## APÊNDICE F – Proposta de roteiro para aplicação do DVD em sala de aula

Secretaria de Estado de Educação do Distrito Federal  
 Escola de Aperfeiçoamento dos Profissionais de Educação - EAPE  
 Curso: Modelos Qualitativos: uma nova maneira de ensinar ciências a alunos surdos e ouvintes - 2<sup>o</sup> semestre/2009

### Proposta de planejamento para aplicação do modelo 'Árvore e sombra' Roteiro

**Prezados (as) professores (as), abaixo temos uma proposta de roteiro para aplicação do DVD, utilizando o modelo 'Árvore e sombra'. Trata-se apenas de uma sugestão. Por favor, registrem seu próprio roteiro. Lembrem-se que este será o trabalho final do curso e contará também para a carga horária indireta do curso.**

#### 1<sup>a</sup> aula – (data: \_\_\_\_\_)

- Modelo 'Árvore e sombra'-
- Utilizando o DVD
  - Clicar em abertura, depois clicar em apresentação.
  - Pausar o DVD e explicar os termos e sinais correspondentes, que aparecem na apresentação: raciocínio qualitativo, inteligência artificial, fenômenos, modelos qualitativos, etc. Discutir com os alunos o que eles entenderam.
  - Apresentação do DVD – cenários 1, 2 e 3.
  - Apresentação da interface do Garp3.
  - Exploração do modelo, explicando como um modelo é construído.
  - Estudo dos conceitos envolvidos (taxa, taxa de crescimento, biomassa, área sombreada, temperatura) e dos elementos de modelagem (entidades, quantidades, valores qualitativos e derivada). Anote no quadro branco a palavra em português.

#### 2<sup>a</sup> aula – (data: \_\_\_\_\_)

- Modelo 'Árvore e sombra' –
  - Ênfase no modelo causal do cenário 3 – estado 1.
  - Atividade 1 – resolução individual (itens envolvendo SE-ENTÃO, depois itens envolvendo PORQUE)

#### 3<sup>a</sup> aula – (Data: \_\_\_\_\_)

- Modelo "Árvore e sombra" – DVD, cenários 4, 5 e 6 (estudo dos conceitos envolvidos e elementos de modelagem)
  - Texto relacionado (disponível no menu 'saiba mais' do DVD)-**opcional**
  - Modelo causal envolvendo as entidades árvore e solo, bem como suas respectivas quantidades (taxa de crescimento, biomassa, área sombreada e temperatura). Trabalhar bem:

- a) se a taxa de crescimento é positiva, então o que acontece com a biomassa da árvore? R: aumenta.
  - b) Se a biomassa aumenta, então o que acontece com a área sombreada? R: aumenta.
  - c) se a área sombreada aumenta, então o que acontece com a temperatura do solo? R: diminui.
  
  - **Agora trabalhe o raciocínio inverso:**
    - d) Por que a temperatura do solo diminuiu?
    - e) Por que a área sombreada aumentou?
    - f) Por que a biomassa da árvore aumentou?
- Aplicar a Atividade 2.

## APÊNDICE G – Questionário aplicado aos professores para a avaliação do uso do material didático em sala de aula de estudantes surdos e ouvintes

Secretaria de Estado de Educação - SEE

Escola de Aperfeiçoamento dos Profissionais da Educação - EAPE

Centro de Capacitação de Profissionais e Apoio a Pessoas com Surdez – CAS/DF

Professoras: Mônica Maria Pereira Resende e Gisele Morisson Feltrini

### AVALIAÇÃO DE MATERIAL DIDÁTICO BASEADO EM MODELOS QUALITATIVOS NA EDUCAÇÃO CIENTÍFICA DE ESTUDANTES SURDOS E OUVINTES

#### Identificação do avaliador

Nome (opcional): \_\_\_\_\_

Habilitação: \_\_\_\_\_

Nome da escola na qual atua: \_\_\_\_\_

Experiência no magistério de Ensino Médio e outros níveis de ensino: \_\_\_\_\_

Experiência com estudantes surdos (tempo de experiência e nível de ensino): \_\_\_\_\_

#### Sobre a aplicação do DVD:

Nível de ensino em que aplicou o DVD: \_\_\_\_\_

Quantidade de alunos: Surdos: \_\_\_\_\_ Ouvintes: \_\_\_\_\_

#### Responda as seguintes questões:

(01) A exploração de modelos qualitativos em atividades educacionais permite inter-relacionar objetos de conhecimento de diferentes áreas (por exemplo, ciências da natureza e ciências humanas) e implementar projetos interdisciplinares.

1= [concordo plenamente]    2= [concordo]    3= [talvez]    4=[discordo]    5= [discordo completamente]

Comentários:

(02) Material didático desenvolvido com modelos qualitativos podem contribuir para que o aluno surdo, bem como o ouvinte, desenvolva a expressão escrita e elabore textos (redações, ensaios sobre temas científicos) que apresentem progressão temática e estruturação bem desenvolvidas.

1= [concordo plenamente]    2= [concordo]    3= [talvez]    4=[discordo]    5= [discordo completamente]

Comentários:

---



---

(03) A análise do comportamento descrito em um modelo qualitativo permite aos alunos surdos e ouvintes fazerem inferências, analogias e deduções sobre o sistema representado.

1= [concordo plenamente]      2= [concordo]      3= [talvez]      4=[discordo]      5= [discordo completamente]

Comentários:

---



---

(04) O uso de modelos qualitativos contribui para que os estudantes surdos e ouvintes adquiram um vocabulário a respeito de um fenômeno específico, ou de uma classe de fenômenos.

1= [concordo plenamente]      2= [concordo]      3= [talvez]      4=[discordo]      5= [discordo completamente]

Comentários:

---



---

(05) O material didático apresentado em forma de DVD bilíngüe intitulado: “O Uso de Modelos Qualitativos na Educação Científica de Estudantes Surdos e Ouvintes” facilita o entendimento dos temas abordados pelos alunos.

1= [concordo plenamente]      2= [concordo]      3= [talvez]      4=[discordo]      5= [discordo completamente]

Comentários:

---



---

(06) Dada uma situação-problema, o uso do modelo qualitativo contribui para que o aluno surdo e o aluno ouvinte organizem estratégias de ação e selecionem métodos para a solução do problema.

1= [concordo plenamente]      2= [concordo]      3= [talvez]      4=[discordo]      5= [discordo completamente]

Comentários:

---



---

(07) Modelos qualitativos sobre um tema específico podem ajudar os alunos surdos e os ouvintes a produzir explicações, formular hipóteses e prever resultados.

1= [concordo plenamente]    2= [concordo]    3= [talvez]    4=[discordo]    5= [discordo completamente]

Comentários:

(08) O uso de um modelo qualitativo sobre um tema específico contribui para que os alunos surdos e ouvintes formulem e articulem adequadamente argumentos sobre a importância do fenômeno descrito.

1= [concordo plenamente]    2= [concordo]    3= [talvez]    4=[discordo]    5= [discordo completamente]

Comentários:

(09) Com o apoio de modelos qualitativos, os alunos surdos e ouvintes poderão analisar e confrontar possíveis soluções para uma situação-problema.

1= [concordo plenamente]    2= [concordo]    3= [talvez]    4=[discordo]    5= [discordo completamente]

Comentários:

(10) Aponte aspectos que precisam ser modificados no DVD e/ou nas atividades apresentadas para serem utilizadas em sala de aula de estudantes surdos e/ou ouvintes. Descreva aqui **as dificuldades** e **os benefícios** que você encontrou na aplicação do DVD em sala de aula.

COMENTÁRIOS FINAIS

## APÊNDICE H – Questionários de avaliação do projeto DynaLearn pelos alunos surdos

### Seção 1

Q <sub>i</sub> Questão	Concordo totalmente	Concordo	Neutro	Discordo	Discordo totalmente
1) 1) Modelagem conceitual foi uma abordagem totalmente nova para o meu aprendizado					
2) 2) A modelagem me fez pensar sobre os sistemas de uma forma diferente					
3) 3) A modelagem me deu uma nova visão sobre o fenômeno do Bloom de Algas					
4) 4) Ser capaz de simular os modelos me ajudou a desenvolver minha compreensão dos possíveis comportamentos dos sistemas					
5) 5) Modelagem foi uma tarefa motivadora					
6) 5) A construção de modelos conceituais me fez pensar mais claramente sobre as causas e efeitos das mudanças em sistemas ambientais					
7) 7) O processo de modelagem me motivou a aprender mais sobre os fenômenos					
8) 3) Eu posso ver como modelos conceituais poderiam me ajudar a aprender sobre outros temas					
9) 7) Achei interessante a abordagem da modelagem					
10) 0) Eu entendi a modelagem					
11) 1) Eu entendi claramente o objetivo das tarefas de modelagem					
12) 2) Trabalhar nas tarefas de modelagem me ajudou a concentrar as minhas respostas por escrito					

### Seção 2

Q <sub>i</sub> Questão	Muito fácil	Fácil	Fácil/difícil em partes	Difícil	Muito difícil
13) 3) Em geral eu achei a modelagem conceitual					
14) 4) Achei identificar e extrair as informações relevantes e essenciais do texto					
15) 5) Achei a tarefa de mapeamento de conceitos					
16) 6) Achei a identificação e descrição das entidades e das quantidades em sistemas					
17) 7) Descrever a estrutura do sistema em um modelo causal básico foi					
18) 8) Trabalhar com simulações foi					
19) 9) Achei a diferenciação entre relações causais positivas e negativas					
20) 0) Identificar e compreender as razões para o comportamento ambíguo nas simulações foi					
21) 1) Em geral achei a funcionalidade do software					

### Questionário de atitudes/motivação

1.	Qual é a sua <b>opinião sobre o curso e a atividade de aprendizagem</b> que tivemos juntos? <b>Muito ruim</b> <b>Ruim</b> <b>Neutro</b> <b>Bom</b> <b>Muito ruim</b> ( )                      ( )                      ( )                      ( )                      ( )
2.	Qual é sua <b>opinião sobre a modelagem</b> que utilizou para desenvolver esta atividade educacional? <b>Muito difícil</b> <b>Difícil</b> <b>Neutro</b> <b>Fácil</b> <b>Muito fácil</b> ( )                      ( )                      ( )                      ( )                      ( )
3.	Como você avalia a experiência de trabalhar com o software DynaLearn? <b>Muito chato</b> <b>Chato</b> <b>Neutro</b> <b>Interessante</b> <b>Muito interessante</b> ( )                      ( )                      ( )                      ( )                      ( )
4.	Como você avalia a sua compreensão do problema Dengue, Poluição e Erosão depois de explorar os temas no DynaLearn? <b>Muito confuso</b> <b>Confuso</b> <b>Neutro</b> <b>Entendível</b> <b>Fácil entendimento</b> ( )                      ( )                      ( )                      ( )                      ( )
5.	Como você avalia a importância de construir modelos específicos em diferentes níveis de complexidade no DynaLearn para o seu entendimento? <b>Pouquíssimo importante</b> <b>Pouco importante</b> <b>Neutro</b> <b>Importante</b> <b>Muito importante</b> ( )                      ( )                      ( )                      ( )                      ( )
6.	A modelagem com o software me permitiu compreender melhor a complexidade do fenômeno do Bloom de Algas. <b>Discordo totalmente</b> <b>Discordo</b> <b>Neutro</b> <b>Concordo</b> <b>Concordo totalmente</b> ( )                      ( )                      ( )                      ( )                      ( )
7.	A modelagem com o software abriu novas maneiras de pensar sobre os sistemas. <b>Discordo totalmente</b> <b>Discordo</b> <b>Neutro</b> <b>Concordo</b> <b>Concordo totalmente</b> ( )                      ( )                      ( )                      ( )                      ( )
8.	O software e suas características me motivou a tentar construir um modelo. <b>Discordo totalmente</b> <b>Discordo</b> <b>Neutro</b> <b>Concordo</b> <b>Concordo totalmente</b> ( )                      ( )                      ( )                      ( )                      ( )
9.	A utilização do software me proporciona uma maneira muito confortável de aprendizagem. <b>Discordo totalmente</b> <b>Discordo</b> <b>Neutro</b> <b>Concordo</b> <b>Concordo totalmente</b> ( )                      ( )                      ( )                      ( )                      ( )

10.	A modelagem com o software também pode ser usada em outros tópicos de aprendizagem. <b>Discordo totalmente</b> ( ) <b>Discordo</b> ( ) <b>Neutro</b> ( ) <b>Concordo</b> ( ) <b>Concordo totalmente</b> ( )
11.	O que você gostou?
12.	O que você não gostou?
13.	Alguma idéia para melhorar o software?
14.	Outros comentários?

MUITO OBRIGADO!!!

**APÊNDICE I – Proposta de projeto a ser desenvolvido em parceria com o Centro de Capacitação de Profissionais e Apoio a Pessoas com Surdez (CAS) e a Escola de Aperfeiçoamento dos Profissionais da Educação (EAPE) da SEE/DF**

## **PROPOSTA DE CURSO**

**MODELOS QUALITATIVOS:  
UMA NOVA MANEIRA DE ENSINAR CIÊNCIAS  
PARA ALUNOS SURDOS E OUVINTES**

**ANO**

## A – ASPECTOS ORGANIZACIONAIS<sup>26</sup>

### 1- Denominação

“Modelos Qualitativos: uma nova maneira de ensinar ciências para alunos surdos ouvintes”

### 2- Solicitante

Centro de Capacitação de Profissionais e Apoio a Pessoas com Surdez – CAS/DF e Escola de Aperfeiçoamento dos Profissionais da Educação – EAPE

### 3- Responsáveis

**Elaboração e Execução do Projeto**

### 4- Justificativa

Este curso visa contribuir para a formação continuada de professores das áreas de Ensino de Ciências Físicas e Biológicas no Ensino Fundamental, e Ensino de Biologia, Física e Química no Ensino Médio, em aspectos necessários para a incorporação de modelos de simulação no ensino, particularmente modelos baseados em raciocínio qualitativo. Tem também o objetivo de apresentar material didático bilíngue desenvolvido no âmbito do projeto “Português como segunda língua na educação científica de surdos” (MEC/CAPES/PROESP/ processo nº 1523/2003) e descrito em Feltrini (2009) e Salles *et al.* (2009). Esse material encontra-se organizado na forma de um DVD instrucional voltado para a educação científica de estudantes surdos e ouvintes. O uso de modelos qualitativos contribui para levar o aluno à formação de competências para: a construção do raciocínio lógico-dedutivo; a elaboração de estratégias para a resolução de problemas; construção/apreensão dos conceitos e, conseqüentemente, da terminologia em Língua Portuguesa, relacionada à área de estudo, a fim de integrar-se no contexto

---

<sup>26</sup> Formulário padrão da Escola de Aperfeiçoamento dos Profissionais da Educação (EAPE) para encaminhamento de proposta de curso, via memorando da DRE ou Diretoria da SEE/DF.

científico. Enfim, contribui efetivamente para a aquisição e aprendizagem de conceitos científicos, relacionados à área de Ciências, Biologia, Física e Química por alunos surdos e ouvintes do Ensino Fundamental e Médio. Os resultados esperados têm potencial para causar impactos imediatos, entre os quais podem ser citados: a) mudanças nas práticas pedagógicas, b) possibilidade de novas estratégias de ensino, c) uso de novos instrumentos didático-pedagógicos e de tecnologias educacionais.

## **5- Objetivos:**

### **Objetivo Geral**

Capacitar professores para o uso de modelos qualitativos no contexto de sala de aula para estudantes surdos e ouvintes.

### **Objetivos Específicos**

- a) apresentar o material didático baseado em modelos qualitativos aos professores mostrando ser esta uma ferramenta didática alternativa para o Ensino de Ciências e de outras disciplinas;
- b) orientar os professores quanto à utilização do DVD instrucional e outros modelos qualitativos (esclarecendo que será necessário um período de estudo da linguagem de modelagem e de modelos qualitativos);
- c) aplicação do DVD instrucional aos seus alunos surdos ou ouvintes em suas respectivas escolas.

## **6- Atribuições**

## **7- Plano Operativo**

### **7.1 – Divulgação**

### **7.2 – Inscrições**

### **7.3 – Realização**

#### **7.4- Público Alvo**

Professores de Ciências Físicas e Biológicas do Ensino Fundamental; professores de Biologia, Física e Química do Ensino Médio; preferencialmente, professores de alunos surdos: professor regente, professor de Atendimento Educacional Especializado – AEE e intérprete educacional.

#### **7.5– Pré-requisito(s)**

Ser professor da SEE/DF que atue junto aos alunos surdos como professor regente em classes inclusivas, intérprete-educacional, professor de Atendimento Educacional Especializado – AEE do Ensino Fundamental ou Médio.

No caso de não preenchimento das vagas, disponibilizar para professores de Ciências Físicas e Biológicas do Ensino Fundamental; professores de Biologia, Física e Química do Ensino Médio que não atuam diretamente com alunos surdos.

#### **7.6– Número de Turmas**

Turmas constituídas de 30 professores, no máximo.

#### **7.7– Carga Horária**

**7.7.1** - Carga horária direta: 48 h/a

**7.7.2** - Carga horária indireta: 12 h/a

**7.7.3** - Carga horária total: 60 h/a

Duração: 12 encontros presenciais

#### **7.8– Docentes**

## **B – ASPECTOS PEDAGÓGICOS**

### **1. Objetivos de Aprendizagem**

Os professores participantes do curso deverão conhecer como aplicar modelos qualitativos em aulas de Ciências, Biologia, Física e Química a fim de desenvolver um ambiente interativo de aprendizagem para dar suporte aos estudantes na aprendizagem de conceitos por meio da construção de modelos.

### **2. Procedimentos**

Aulas expositivas; exploração de modelos qualitativos envolvendo temas do ensino de Ciências; exercícios individuais; investigação/levantamento de práticas de ensino compatíveis com o uso de modelos em sala de aula; levantamento de conteúdos envolvendo o ensino de ciências; levantamento da terminologia e de conceitos relacionados aos temas desenvolvidos em modelos qualitativos; aplicação de atividades e do DVD instrucional em sala de aula junto aos alunos surdos e ouvintes.

### **3. Conteúdos do Curso**

- Introdução à modelagem qualitativa;
- o uso de modelos qualitativos no Ensino de Ciências do Ensino Fundamental e do Ensino Médio;
- estudo dos elementos utilizados em modelos qualitativos: entidades, configurações, quantidades, valores qualitativos, estados qualitativos, grafo de estados, espaços quantitativos, fragmentos de modelo, processos, influências, proporcionalidades, correspondências, situações descritas, cenários, simulações;
- estudo da terminologia utilizada no ensino dos tópicos relacionados aos modelos;
- o uso de modelos qualitativos na educação científica de surdos;
- atividades práticas envolvendo o uso de modelos qualitativos.

### 3.1 - Observações

Os conteúdos referentes à modelagem qualitativa e uso do *software* Dynalearn serão distribuídos por níveis de aprendizagem, descritos a seguir:

- use-level 1 = mapa conceitual;
- use-level 2 = cadeia causal simples (sem os Is e os Ps, a variação se mede apenas como crescendo, estável, decrescendo);
- use-level 3 = cadeia causal simples + grafo de estados, isto é, acrescenta-se a uma ou algumas quantidades um conjunto de possíveis valores, (ex.: {zero, pequeno, médio, grande}) e com isso haverá uma simulação e mudanças de estado (a variável passa de zero para pequeno, daí para médio etc.);
- use-level 4 = diferenciação na causalidade (introduzidos os Is e os Ps); trabalha-se aqui a noção de processo e as simulações serão mais complexas;
- use-level 5 = conhecimentos condicionais (introduz-se o conceito de que, para algo acontecer, é preciso que uma ou + condições sejam satisfeitas); por ex., as mudanças climáticas só acontecem depois que a temperatura atinge um certo limite;
- use-level 6 = conhecimentos re-utilizáveis (introduz-se a noção de fragmento de modelo, que pode ser re-utilizado muitas vezes no mesmo modelo ou em modelos diferentes); trata-se do Garp3 atual.

Os primeiros níveis (use-level 1, 2 e 3) são muito simples e os alunos aprenderão rapidamente a usá-los; o use-level 4 é mais complicado apenas pela noção de processo; e os demais (5 e 6) são bem mais avançados. Dessa maneira, os níveis o curso poderá ser dividido em duas etapas: uma etapa para aprendizagem dos níveis 1, 2 e 3; e uma outra etapa para aprendizagem dos níveis 5 e 6. Destacamos que a segunda etapa deverá ter a primeira como pré-requisito.

## 4. Conteúdo para certificação

- Introdução à modelagem qualitativa;

- o uso de modelos qualitativos no Ensino de Ciências do Ensino Fundamental e do Ensino Médio;
- estudo dos elementos utilizados em modelos qualitativos;
- estudo da terminologia utilizada no ensino dos tópicos relacionados aos modelos;
- o uso de modelos qualitativos na educação científica de surdos;
- atividades práticas envolvendo o uso de modelos qualitativos.

## **5. Recursos didático-pedagógicos**

### **5.1 – Da responsabilidade da EAPE**

- Papel e fotocópias para entrega de atividades, textos e outros materiais didáticos;
- DVDs para serem gravados com o material didático e entregues aos participantes.

### **5.2 – Da responsabilidade do CAS**

- *Datashow*, computadores, televisão.

## **6. Avaliação**

### **6.1 – Dos cursistas**

A avaliação dos participantes do curso consistirá da elaboração de relatório descrevendo as seguintes atividades a serem realizadas durante o curso (horas indiretas):

- (a) atividades envolvendo o uso de modelos qualitativos;
- (b) aplicação de modelos qualitativos em sala de aula junto aos seus alunos;
- (c) resposta a questionários de avaliação sobre a aplicação do DVD instrucional em sala de aula.

### **6.2– Do curso por meio de relatórios**

#### **6.2.1 – Relatório de Turma**

Descrever e analisar o desenvolvimento da turma com base nas orientações previstas no formulário padrão da EAPE.

### **6.2.2 – Relatório Final do Curso**

Realizar com base nos relatórios de turma e nas observações do coordenador da EAPE.

## **7. Certificação**

### **7.1 – Cursistas**

#### **7.1.1 – Frequência**

Será exigida 100% de frequência, admitindo-se 20% de faltas justificadas.

#### **7.1.2 – Trabalhos**

Entrega de relatório constante no item 6.1, bem como registro do aproveitamento na ata de frequência.

### **7.2 – Docentes**

Cumprimento de carga horária direta e indireta ministradas no curso.

## **8. Referências Bibliográficas**

FELTRINI, G. M. *Aplicação de modelos qualitativos a educação científica de surdos*. Brasília, 2009. 222 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) - Instituto de Ciências Biológicas, Universidade de Brasília.

FELTRINI, G.M. e SALLES, P. *O uso de modelos qualitativos no ensino de ciências*. Produção do Projeto Português como Segunda Língua na Educação Científica de Surdos PROESP/ CAPES / MEC. Brasília: UnB, 2009. DVD (material didático).

SALLES, P.; FELTRINI, G. M.; SÁ, I. G. de; RESENDE, M. M. P.; LIMA-SALLES, H. M. M. Bringing qualitative reasoning models into the classroom for scientific education of deaf students. In: **The 14<sup>th</sup> International Conference on Artificial Intelligence in Education**. Brighton - UK, 2009.

**APÊNDICE J – Proposta de projeto interdisciplinar de educação científica com metodologia baseada em modelos qualitativos a ser desenvolvido em parceria com as escolas que atendem alunos surdos e ouvintes do ensino médio da SEE/DF**

**PROJETO**

**EDUCAÇÃO CIENTÍFICA PARA  
ESTUDANTES SURDOS E OUVINTES**

**ANO**

## EDUCAÇÃO CIENTÍFICA DE ESTUDANTES SURDOS E OUVINTES

A inclusão de alunos com necessidades educacionais especiais na escola regular é um tema de debate no cenário educacional atual, realidade na maioria das escolas brasileiras. No que se refere às questões educacionais dos surdos<sup>27</sup>, encontra-se diversos trabalhos acadêmicos e literatura com referência ao processo de aquisição e aprendizagem<sup>28</sup> da Língua Portuguesa. No entanto, a compreensão do processo de aquisição e aprendizagem dos conceitos científicos constitui campo a ser estudado. Vale mencionar que a construção desses conceitos somente se dará para o aluno surdo em ambiente formal, sistematizado em sala de aula.

A legislação brasileira (BRASIL, 1996) estabelece como função geral da educação, a formação da cidadania. Para se constituir em um verdadeiro cidadão é preciso que o homem seja participante da sociedade. Para tanto, é necessário ter acesso ao conhecimento e às informações relacionadas ao meio em que vive como, os problemas e preocupações sociais que afetam a vida desse cidadão. Neste aspecto, evidencia-se a necessidade de um ensino contextualizado que potencialize o significado para o estudante e o torne capaz de atuar de forma crítica e positiva no avanço de sua comunidade e de seu país ao tomar decisões com consciência de suas consequências. As propostas de ensino, nos últimos anos, demonstram a preocupação quanto à integração do conhecimento científico com os aspectos sociais. O conhecimento científico é necessário para que o cidadão possa intervir na sociedade, refletindo criticamente sobre os acontecimentos sociais e científicos e se posicionando em relação a inúmeros problemas da vida moderna (SANTOS, 2003).

Estudantes Surdos apresentam grandes e diversas dificuldades no seu processo educacional que refletem decisivamente na construção de conceitos científicos. No Distrito Federal, na rede pública de ensino, constatam-se diversos impasses no processo de ensino-aprendizagem de alunos surdos em Biologia, a saber:

- falta de acesso completo à informação pelo aluno surdo;

---

<sup>27</sup> Surdos, considerados aqui como entidade linguística com produção cultural e científica própria, conforme citação de Quadros (1997).

<sup>28</sup> O termo aquisição (processo natural, no caso dos surdos ocorre num ambiente linguístico no qual a língua de sinais é o veículo de comunicação e interação social) está aplicado em distinção ao termo aprendizagem (processo sistematizado que ocorre em sala de aula).

- dificuldades do surdo em compreender os acontecimentos sociais e conseqüentemente em construir relações entre o conhecimento científico e o contexto social;
- dificuldades dos alunos surdos na aquisição e aprendizagem da língua portuguesa e portanto, de se comunicarem com o professor;
- dificuldades dos alunos surdos no processo de aquisição e aprendizagem de conceitos científicos;
- a inexistência de terminologia especializada em LSB na área de Biologia – corroborando o fato de as questões de ordem linguística constituírem aspectos essenciais a serem considerados, visto a especificidade do aluno em questão;
- ausência de instrumentos didático-pedagógicos e tecnológicos apropriados para a construção de conceitos científicos em Biologia;
- a falta de uma pedagogia visual acrescida da referência concreta dos conceitos científicos, uma vez que os surdos se comunicam por meio de um canal espaço-visual, representado pelas línguas de sinais, diferentemente dos ouvintes que se comunicam por meio do canal oral-auditivo, representado pelas línguas orais;
- a falta e/ou reduzido número de aulas práticas;
- intérprete educacional<sup>29</sup> não habilitado na área de Biologia;
- professor de Biologia<sup>30</sup> que desconhece a LSB e as especificidades dos alunos surdos – em geral, parte do pressuposto que os alunos surdos compreendem o texto em Língua Portuguesa da mesma forma que os alunos ouvintes.

Esse cenário resulta em: a) um ambiente inapropriado à forma particular de processamento cognitivo e linguístico dos estudantes surdos; b) falta de acesso completo à informação curricular e científica adequada aos alunos surdos; c) dificuldade de comunicação/interação do professor com os alunos surdos, para que estes possam compreender os conceitos científicos em função de sua visão de mundo; d) barreiras decorrentes de dificuldades dos surdos em construir relações

---

<sup>29</sup> Trata-se do professor que atua junto ao professor do ensino regular realizando a interpretação/tradução em LSB/Português ou em unidades especiais, exclusivamente com alunos surdos, na rede pública de ensino do Distrito Federal.

<sup>30</sup> Professor regente do ensino regular que atua em classes bilíngües com alunos surdos e ouvintes, na rede pública de ensino do Distrito Federal.

cognitivas diretamente relacionadas à capacidade em organizar idéias e pensamentos a partir de uma língua nas interações sociais; e) poucas oportunidades para superar as dificuldades dos surdos em desenvolverem/construírem o raciocínio lógico-dedutivo: em trabalhar com associações, analogias, silogismos, em fazer inferências, na resolução de problemas, enfim, em elaborar e testar hipóteses.

Diante desse cenário, *como intervir no processo de ensino– aprendizagem em Biologia com vistas ao letramento científico de estudantes surdos e ouvintes?*

## **DESCRIÇÃO DO PROJETO**

### **1 – Objetivo Geral**

Oferecer suporte à aquisição de conceitos científicos e ao desenvolvimento do raciocínio lógico de estudantes surdos e ouvintes no processo de educação científica.

### **2 – Objetivos Específicos**

- apresentar modelos qualitativos como ferramenta capaz de dar suporte ao processo de ensino-aprendizagem em ciências;
- refletir sobre o uso de modelos qualitativos no Ensino de Biologia por estudantes surdos e ouvintes do Ensino Fundamental e do Ensino Médio do Distrito Federal;
- identificar os aspectos envolvidos no ensino de modelos qualitativos;
- contribuir para levar o aluno à formação de competências para:
  - a construção do raciocínio lógico-dedutivo;
  - a elaboração de estratégias para a resolução de problemas;
  - construção / apreensão dos conceitos científicos e, conseqüentemente, da terminologia em Língua Portuguesa, relacionada à área de estudo;
  - a aquisição e aprendizagem de conceitos científicos, relacionados à área de Ciências, Biologia e interdisciplinaridade com as áreas de Física, Química e Matemática por alunos surdos e ouvintes do Ensino Médio;
  - a compreensão de fenômenos físicos;
  - compreensão da importância do conhecimento científico para sua vida;

- análise da realidade imediata e/ou mais distante;
- a melhoria da produção escrita do aluno surdo e ouvinte.

### **3 – Público alvo**

Estudantes surdos e ouvintes de escolas de Ensino Médio da SEE/DF.

### **4 – Professores responsáveis**

### **5 – Colaboração**

### **6 – Local de realização**

Laboratório de informática das escolas

### **7 – Período**

Um semestre.

### **8 – Horário das aulas**

Uma vez por semana no turno contrário ao da aula no ensino regular.

### **9 – Tema**

O tema curricular central para as atividades deste projeto é “ciências ambientais”:

A terra: sistemas e recursos;

O mundo vivo;

A população humana;

Usos da terra e da água;

Energia: recursos e consumo;

Poluição; Mudanças globais.

### **10 – Programa**

- Introdução à modelagem qualitativa;
- estudo dos elementos utilizados em modelos qualitativos: entidades, configurações, quantidades, valores qualitativos, estados qualitativos, grafo de estados, espaços quantitativos, fragmentos de modelo, processos, influências, proporcionalidades, correspondências, situações descritas, cenários, simulações;

- o uso de modelos qualitativos em conteúdos relacionados ao Ensino de Ciências e Biologia do Ensino Médio – análise de fenômenos naturais, efeito estufa, gases do efeito estufa, temperatura, mudanças climáticas, aquecimento global, produção industrial, produção agrícola, desmatamento, sustentabilidade, relação das atividades humanas e os tópicos citados, dentre outros;
- estudo da terminologia utilizada no ensino dos tópicos relacionados aos modelos;
- atividades envolvendo o uso de modelos qualitativos;
- Atividades envolvendo a produção escrita dos alunos.

## **11 – Metodologia de ensino**

### **a) Procedimentos**

- aulas com base no DVD instrucional;
- discussões coletivas;
- exercícios individuais; e
- apresentação/uso de modelos qualitativos abordando tópicos do ensino de ciências, biologia, física, química e matemática.

### **b) Recursos didáticos**

- DVD instrucional intitulado “O uso de modelos qualitativos no Ensino de Ciências a estudantes surdos e ouvintes”<sup>31</sup>;
- Datashow, computador, televisão;
- Textos e atividades impressas.

### **c) Recursos Humanos**

Professores do Atendimento Educacional Especializado/sala de recursos.

## **12 – Avaliação**

A avaliação dos alunos será processual, observando-se:

- (a) a participação dos alunos nas discussões e reflexões;

---

<sup>31</sup> Este material faz parte da proposição da dissertação de mestrado desenvolvida por Gisele Morisson Feltrini no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências/UnB, disponível no acervo da EAPE (FELTRINI, 2009).

- (b) o desempenho dos alunos nas atividades práticas e escritas envolvendo o uso de modelos qualitativos;
- (c) a competência linguística dos alunos nas produções escritas.

Ressalta-se que a nota final será adicionada a menção formativa da disciplina de Biologia.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

*Como intervir no processo de ensino – aprendizagem em Biologia com vistas ao letramento científico de estudantes surdos e ouvintes?* As respostas podem ser resumidas da seguinte forma: foco na educação bilíngue, que atende as necessidades dos alunos surdos, bem como dos alunos ouvintes; material didático baseado em modelos qualitativos, que segue a pedagogia visual e integra uma abordagem diagramática com escrita em Português, explora a aquisição do conceito, o desenvolvimento das competências linguísticas e de raciocínio lógico.

Os resultados esperados têm potencial para causar impactos imediatos em: mudanças nas práticas pedagógicas, possibilidade de novas estratégias de ensino, uso de novos instrumentos didático-pedagógicos e de tecnologias educacionais.

## REFERÊNCIAS

BRASIL. *Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional*, Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996.

QUADROS, R. M. de. *Educação de Surdos: a aquisição da linguagem*. Reimp. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.

FELTRINI, G. M. *Aplicação de modelos qualitativos a educação científica de surdos*. Brasília, 2009. 222 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) - Instituto de Ciências Biológicas, Universidade de Brasília.

SALLES, H. M. M. L. A. *et al.* "Português como Segunda Língua na Educação Científica de Surdos", UnB. (Projeto apresentado ao MEC/CAPES/PROESP), 2003.

SANTOS, W. L. P. e SCHNETZLER, R. P. *Educação em química: compromisso com a cidadania*. 3. ed. Ijuí: Ed. da Unijuí: Ijuí, 2003.